

Зміст

Вступ

РОЗДІЛ 1 *Проблематика використання електронних пілотажних кольорових дисплеїв у системі візуалізації інформації.*

РОЗДІЛ 2 *Вивчення основ теорій зображень та практичні рекомендації щодо оптимізації процесів кольорової візуалізації за рахунок покращення якості зображення.*

3.1. Системи візуального відображення інформації на зовнішніх пристроях.

3.2. Принципи обробки та фільтрація зображень

3.3 Розпізнавання образів і навчання геометричні методи розпізнавання

3.4 Практичні розрахунки параметрів кольоровості зображень для практичного впровадження в системи візуалізації

РОЗДІЛ 3 *Прототип багатофункціонального індикатора з використанням рідкокристалічних дисплеїв для обробки та відображення інформації на дисплеях в літаку.*

3.1 Багатофункціональний бортовий індикатор.

3.1.1 Принцип побудови пристрою.

3.1.2 Принцип роботи пристрою.

3.2 Сегнетоелектрична рідкокристалічна дисплейна комірка

3.2.1 Будова та принцип роботи сегнетоелектричної РК дисплейної комірки

РОЗДІЛ 4 *Розробка прототипу AMOLED дисплею з використанням органічних світлодіодів (O-LED) для відображення інформації.*

РОЗДІЛ 5 Охорона праці

5.1 Загальні положення та елементи охорони праці

5.2 Створення безпеки праці під час виконання основних технологічних процесів експлуатації авіаційної техніки.

РОЗДІЛ 6 Охорона навколишнього середовища

6.1 Загальні положення про охорон навколишнього середовища

6.2 Основні принципи охорони навколишнього середовища

6.3 Норми та критерії екологічно чистих підприємств

Висновки

Використана література

Вступ

Слід підкреслити, що як в нашій країні, так і за кордоном ведуться інтенсивні дослідження у області вдосконалення принципів організації інформаційного поля на електронних дисплеях. Їх результати свідчать про актуальність і необхідність подальших досліджень по ергономічній оптимізації і уніфікації інформаційних форматів ЕІ для забезпечення ефективності діяльності екіпажів ПС і підвищення безпеки польотів.

Не дивлячись на різноманіття підходів до проблеми відображення інформації на ЕІ, можна виділити два основні типи індикаторів за принципом пред'явлення інформації. Перший тип - спроба сформувати картинний вид навколишнього простору, на якому кількісна інформація представлена мінімально.

Другий тип індикаторів пред'являє інформацію в символічній формі у вигляді шкал і індексів.

При порівнянні двох способів представлення пілотажних параметрів: на рухомі і нерухомі вертикальні шкали. Виявилось, що використання рухомих шкал в більшій мірі змінює структуру дій пілота і погіршує якість пілотування. Представлення інформації на круглих і напівкруглих шкалах в порівнянні з вертикальними шкалами і абстрактною символікою, забезпечує вищу ефективність і надійність дій пілота.

Встановлено, що в процесі пілотування ПС пілот, дивлячись на прилад, не прочитує його свідчення як абсолютно нові, а звіряє поточні свідчення з очікуваним результатом. Пілот шукає не невідому подію, а лише підтверджує наявність передбаченого, тобто він чекає побачити стрілку приладу у визначеному місці шкали.

В даний час дослідники великі надії покладають на колірне кодування інформації на електронних дисплеях. Вважається, що колірне кодування підвищує ефективність управління ПС і надійність просторового орієнтування пілота, наявність кольору дозволяє діяти впевненіше і надійно. У звичних умовах, що не вимагають швидкої і диференційованої оцінки ситуації, ознака кольору є надмірною і не впливає на показники якості діяльності пілота. Проте у випадках, що вимагають швидкої оцінки обстановки, ознака кольору активно використовується льотчиками, що приводить до скорочення часу пошуку значущих індексів, оцінці просторового положення літака після «дезорієнтації» пілота .

Багато дослідників пропонують використовувати на дисплеях не більш п'ять кольорів. Оптимальне число кольорів - 4. Переважним кодом з 4-х кольорів є: червоний, жовтий, зелений і блакитний

Слід зазначити, що на відміну від ЕПТ, рідкокристалічні матриці мають ряд особливостей генерації зображення, які можуть істотно відобразитися на сприйнятті візуальної інформації з екрану рідкокристалічного індикатора (РКІ). Це, перш за все, піксельність зображення, тобто зображення на екрані рідкокристалічної матриці складено з окремих дискретних елементів.

Не менш важливою характеристикою авіаційних РКІ, визначаючої якість сприйняття інформації, що відображається, є частота зміни кадрів. При недостатній частоті зміни кадрів з'являються візуальні спотворення, що затрудняють сприйняття кутових і лінійних переміщень шкал або відлікових елементів, які виявляються у вигляді розмитості контурів, дискретності зміни положення, розщеплюванням або подвоєнням елементів, що відображаються.

Психофізіологічні процеси, що виникають при спостереженні за кабіною обстановки по телеекрану, відрізняються від процесів безпосереднього візуального спостереження. Пілотування ПС з використанням телевізійного

зображення без додаткової приладової інформації зв'язане з великими помилками витримки заданих параметрів і не забезпечує безпеки польоту. Звідси виникла необхідність видачі на телеекран кількісної інформації про параметри польоту і дальності до перешкод. Для забезпечення надійного просторового орієнтування пілота в режимах пілотування з використанням телевізійних систем відображення закабінного простору необхідно зберегти на приборній панелі групу повнорозмірних електромеханічних приладів. Збереження на приборній панелі електромеханічних приладів дозволяє підвищити резерви уваги пілота і зменшити на 15-20% вірогідність небезпечних відхилень параметрів польоту.

РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМАТИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПІЛОТАЖНИХ КОЛЬОРОВИХ ДИСПЛЕЇВ У СИСТЕМІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ.

Питання про технічну доцільність використання в кабіні ПС електронних індикаторів не викликає сумнівів (рис. 1.1).

Разом з тим перший досвід використання бортових електронних пілотажних індикаторів свідчить про те, що по своїх ергономічних характеристиках вони не забезпечували повною мірою ефективності виконання професійних задач і безпеки польоту. Звідси і виникла практична необхідність обґрунтування ергономічних вимог до візуальних і світлотехнічних характеристик, складу, компоновки і видів представлення пілотажних параметрів на електронних індикаторах (ЕІ) з позицій їх відповідності умовам, вирішуваних задач і психофізіологічних можливостей пілота при управлінні ПС.

Основні переваги LCD-моніторів, які переважають їх недоліки, наступні:

- ідеальне фокусування;
- відсутність геометричних спотворень;
- ідеальне зведення основних кольорів;
- відсутність мерехтіння зображення;
- практично повна відсутність шкідливих електромагнітних випромінювань.



До теперішнього часу визначилися і сформульовані основні принципи, які в тому або іншому ступені впроваджуються при розробці електронних індикаторів.

Рис 1.1 – Перехід на використання в кабіні електронних індикаторів

Перерахуємо деякі з них:

1. Принцип наочності. Зарубіжні автори називають його ще принципом картинного реалізму. Вітчизняні автори, на відміну від зарубіжних, цей принцип називають інструментальною «візуалізацією польоту». Суть його зводиться до того, що інформація, що відображається, по вигляду є як би просторовим аналогом реальної закабінної обстановки.
2. Принцип інтегративності. Даний принцип розглядається в літературі в двох аспектах. По-перше, це

представлення пілоту великого числа змінних у впорядкованій системі координат на малому інформаційному полі. І, по-друге, представлення пілоту єдиного символу, на який може видаватися узагальнений інформаційний сигнал.

3. Принцип сумісності рухів індексів дисплея з управляючими рухами пілота, тобто рухомий елемент на індикаторі повинен рухатися в тому ж самому напрямі, що і органи управління літальним апаратом.
4. Принцип прогнозування. Суть принципу полягає у визначенні розрахунковим шляхом послідовності прогнозованих станів ПС або окремих його систем на

підставі оцінки їх поточного стану і управляючих сигналів для зіставлення із заданим станом.

Існують і інші принципи, які можуть бути реалізовані в інформаційних дисплеях завдяки розвитку нових технологій. Зокрема, розглядаються можливості використання віртуальних і тривимірних зображень.

Та все ж, не дивлячись на різноманіття підходів до проблеми відображення інформації на ЕІ, можна виділити два основні типи індикаторів за принципом пред'явлення інформації. Перший тип - спроба сформувати картинний вид навколишнього простору, на якому кількісна інформація представлена мінімально.

Другий тип індикаторів пред'являє інформацію в символічній формі у вигляді шкал і індексів. Індикатори цього типу за повнотою інформації не поступаються комплексу електромеханічних приладів, розташованих на приборній дошці. Такі індикатори у принципі можуть повністю задовольнити потреби пілота в інформації при пілотуванні.

Що стосується індикаторів першого типу, то в зарубіжній літературі великий інтерес до питань візуалізації польоту спостерігався в 60-х роках. Тоді передбачалося, що телевізійні, радіолокації і інфрачервоні системи, що розробляються, із зображенням закабінного простору на ЕПТ послужать засобом візуалізації польоту. Цього не відбулося через принципові відмінності між видом закабінного простору і зображенням на екрані ЕПТ. Малі кути огляду, зміна масштабу, відсутність глибини на ЕПТ привели до того, що вони не могли бути використані як системи візуалізації польоту. Візуалізація польоту, яка припускає уявлення пілота інформації про оточуючий літак простір в природній, звичній для нього формі, не була реалізована. Слід зазначити, що науково-технічний прогрес на сучасному етапі розвитку дозволяє реалізовувати даний принцип у багатьох відношеннях. Останні досягнення у області апаратно-програмних засобів роблять можливим установку в кабіні

великих екранів з високоякісною графікою, на яких інтегровані дані різних датчиків можуть бути представлені в об'ємному зображенні зовнішнього світу. У зв'язку з тим, що візуалізація польоту стає реальністю, деякими фахівцями знову підіймається питання про перехід на «прямий вид» індикації крену на авіагоризонті (рухома по крену лінія горизонту). Проте існує обґрунтована думка, що за допомогою електронних дисплеїв не може бути досягнута та реальна картина, яка відкривається погляду пілота безпосередньо через вікно кабіни (рис 1.2).

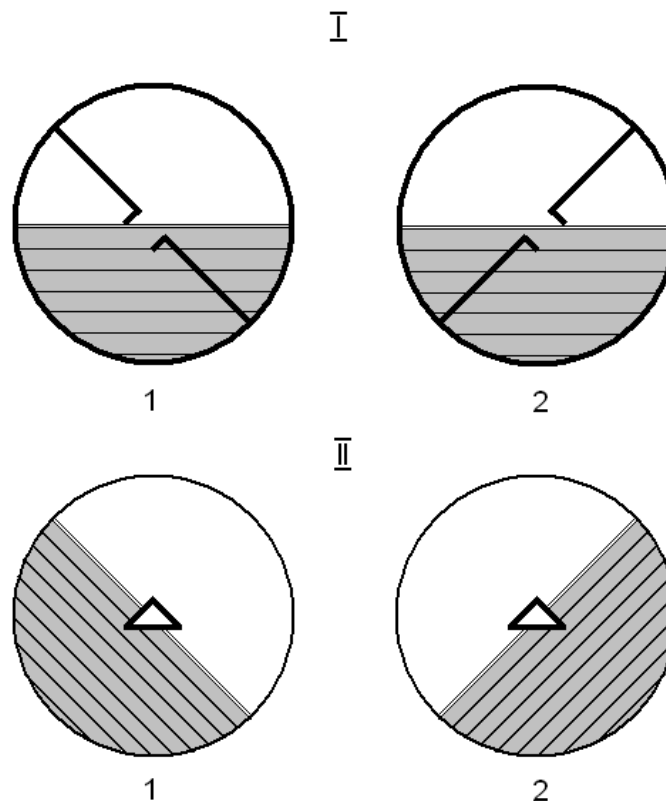


Рис. 1.2. Схемне зображення авіагоризонту

I. — вид індикації "із землі на літак"

1 — правий крен . 2 — лівий крен;

II. — вид індикації "з літака на землю":

1 — правий крен, 2 — лівий крен.

На основі останніх нейрофізіологічних досліджень американський учений Ф. Превік дійшов висновку, що навіть саме довершене зображення зовнішнього світу, штучно створюване на дисплеях в межах кабіни пілота, не буде сприйматись адекватно реальному у зв'язку із закономірностями фізіології мозку. Це обумовлено тим, що одна з систем мозку («периперсональна») відповідає за отримання і обробку інформації біля нашого тіла, інша («екстраперсональна») - за орієнтацію і навігацію в топографічно віддаленому просторі.

Кабінні дисплеї, розташовані в периперсональному (ближньому) просторі, сприймаються нашим мозком інакше в порівнянні з навколишнім середовищем, зосередженим в навколишньому екстраперсональному просторі, який зображає віддалену частину візуального простору і служить найістотнішою, еталонною системою орієнтації. Отже, аргумент на користь прямого виду індикації на авіагоризонті, що відображається на широкоформатному об'ємному дисплеї, є хибним. Як вважають Ф. Превік і У. Ерколін, «зворотний вид» індикації авіагоризонту (рухомий по крену силует літака) матиме перевагу перед «прямим виглядом», оскільки лінія горизонту, що відображається на дисплеї, не буде сприйматись нашим мозком як природна, яку бачить пілот через вікно кабіни. Висунутий Ф. Превіком нейрофізіологічний аргумент на користь зворотного принципу індикації авіагоризонту підкріплюється також іншими відкриттями і теоріями стабілізації людини в просторі.

Але головне полягає у тому, що в сучасних умовах пілота мало тієї інформації, яку дає візуальний політ або відображення зовнішнього світу на широкоформатному об'ємному дисплеї. Йому потрібні кількісні дані про швидкість, висоту і інші параметри польоту.

Розглядалися різні способи кодування інформації на електронних індикаторах. У одному випадку інформація видавалася, по аналогії з електромеханічними приладами, на звичні круглі, в інших - на вертикальні шкали (рухомі і

нерухомі). Конструкторів в першу чергу зацікавив другий спосіб кодування, оскільки обмежені розміри екрану індикатора дозволяли більше інформації видавати за допомогою вертикальних і горизонтальних шкал, в порівнянні з круглими.

В зв'язку з цим були проведені дослідження, в яких порівнювалися два способи представлення пілотажних параметрів: на рухомі і нерухомі вертикальні шкали. Виявилося, що використання рухомих шкал в більшій мірі змінює структуру дій пілота і погіршує якість пілотування. При цьому збільшується кількість рухів, їх амплітуда і швидкість. Змінюється і зорово-моторна регуляція: тривалість фіксації погляду на рухомих шкалах істотно перевищує середні значення, встановлені для круглих шкал. В даному випадку індикація, видавана на рухомі шкали, заважає формуванню механізму прогнозування, регулюючого руховий акт. У іншому експерименті, проведеному на пілотажному стенді, льотчики виконували захід на посадку, в одному випадку, з використанням звичних електромеханічних приладів з круглими шкалами, в іншому - з використанням екранного індикатора, на якому інформація про швидкість і вертикальну швидкість була представлена у вигляді нерухомих вертикальних шкал, а висота відображалася лічильником. Експерименти показали, що пілотування в ручному режимі управління по екранному індикатору супроводжувалося порушенням раніше вироблених сенсомоторних навичок, в наслідок чого з'явилося зниження точності пілотування. Автори дійшли висновку, що для підвищення ефективності дій пілота при пілотуванні важливу роль виконує психологічна схожість кодування пілотажних параметрів на ЕІ і електромеханічних приладах, що означає використання ідентичних способів індикації параметрів, спадковість взаємного розташування шкал, а також схожість основних елементів їх оформлення (одне і те ж розташування нульової відмітки, знаку відхилення від неї, масштабу і ціни розподілу). Реалізація цих вимог і, зокрема, представлення інформації на круглих і

напівкруглих шкалах в порівнянні з вертикальними шкалами і абстрактною символікою, забезпечує вищу ефективність і надійність дій пілота при виконанні фігур пілотажу і висновку літального апарату (ПС) з складного положення.

Конструкторами ЕІ практикується зміна масштабів одного і того ж параметра від режиму до режиму, заміна параметрів, що відображаються, на одній і тій же шкалі і ін. З погляду здорового глузду зміна масштабів шкал при зміні режимів польоту доцільна, оскільки потрібна точність прочитування параметрів, що відображаються, при цьому може бути різна. Наприклад, заміна шкали радіовисотоміра на більш розтягнуту у області малих висот для забезпечення польотів на гранично малих висотах. Проте дослідження показали, що зміна масштабів шкал може в одних випадках знижувати точність пілотування, в інших - приводити до помилок зчитування параметрів приладу. Ступінь зниження ефективності і надійності діяльності пілота при зміні шкал обумовлений типом приладу, шкала якого змінюється. Відомо, що для формування рухових дій пілота не всі прилади виконують однакову роль. Одні, зазвичай варіометр і авіагоризонт, використовуються для коректування рухових дій - це прилади управління. Інші - служать для контролю якості управління, тобто точність витримки заданих параметрів, - це прилади контролю (висотомір, показчик швидкості, курсовий прилад). Встановлено, що якщо змінюються шкали на приладах, за свідченнями яких пілот безпосередньо формує рухи органами управління, то це порушувало структуру управляючих рухів у зв'язку із зміною уявлення про співвідношення візуальних і пропріоцептивних сигналів. Видиме переміщення індексу викликало звичні рухові реакції, певні рухові дії. Відбулася втрата зв'язку між перцептивним і моторним образами, внаслідок чого порушувалася координація рухів і, як наслідок, погіршувалася якість управління. В той же час зміна масштабів на приладах контролю приводила до помилкових зчитувань свідчень цих приладів

через затруднення перцептивний - розумового плану. У експерименті на моделюючому стенді, були виявлені випадки помилкових зчитувань свідчень паливоміра, коли на одному і тому ж місці в продовж вироблення палива по черзі висвічувалися шкали двох масштабів. Слід підкреслити, що вказані помилки не випадкові. У їх основі лежать психофізіологічні закономірності структури діяльності пілота по управлінню ПС. Раніше виконаними дослідженнями встановлено, що в процесі пілотування ПС пілот, дивлячись на прилад, не прочитує його свідчення як абсолютно нові, а звіряє поточні свідчення з очікуваним результатом. Пілот шукає не невідому подію, а лише підтверджує наявність передбаченого, тобто він чекає побачити стрілку приладу у визначеному місці шкали. Саме процес екстраполяції дозволяє пілоту швидко і безпомилково сприймати свідчення приладів. Причому він в більшості випадків при фіксації погляду на приладах не прочитує цифри, на яких стоїть стрілка, а лише звіряє - чи в тій точці шкали знаходиться стрілка чи ні. Тому зміна масштабів шкал, якщо це відбувається автоматично, може бути льотчиком просто не помічена, що приведе до помилкових дій. Помилкове зчитування свідчень приладу при зміні масштабу шкали може бути обумовлене також високою нервово-емоційною напругою пілота у польоті. В умовах стресу пілот може «забути» про те, що масштаб шкали змінився. Пояснюється це тими складними кореляційними залежностями, які існують між враженістю стресу і ефективністю діяльності людини.

В даний час робляться спроби застосування нових нетрадиційних способів представлення інформації на ЕІ. Так, наприклад, розроблений інтеграційний інформаційний кадр на основі єдиної геометричної фігури, що відображає основні пілотажні параметри і їх рекомендовані зміни з урахуванням закономірності і узгодженості змін. Пропонований нетрадиційний інтегральний спосіб представлення пілотажних параметрів у вигляді єдиного символу виявив нові можливості по відображенню кутового і траєкторного положення літака,

що сприяє повнішому використуванню маневрених можливостей літака і підвищенню безпеки польоту.

Проводяться дослідження по формуванню за допомогою різних способів і засобів тривимірних (стереоскопічних) зображень, що забезпечують такі ж умови просторового сприйняття, як і зір людини у візуальному польоті. Проте до практичного упровадження на борт створюваних ПС ці розробки ще не доведені. Більш того, як показали дослідження, використання стереоскопічних зображень пов'язане з рядом обмежень і затруднень, основними з яких є істотні відмінності між стереоскопічним і реальним візуальним простором, а також затруднення реалізації навиків оцінки абсолютної і відносної віддаленості.

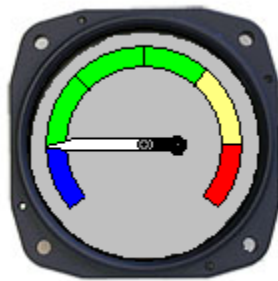


Рис. 1.3. Приклад кольорового кодування

В даний час дослідники великі надії покладають на колірне кодування інформації на електронних дисплеях. Вважається, що колірне кодування підвищує ефективність управління ПС і надійність просторового орієнтування пілота. Судячи з суб'єктивних думок пілотів, вони віддають явну перевагу ЕІ з колірним кодуванням, підкреслюючи, що наявність кольору дозволяє діяти впевненіше і надійно. Доцільність застосування кольору як додаткової ознаки при кодуванні інформації на бортових електронних дисплеях показана в багатьох роботах (рис. 1.3).

Встановлено, що використання колірної кодування покращує характеристики пошуку значущих змін параметрів і, крім того, істотно покращує якість управління. У роботі вказується на підвищення ролі додаткового кодування кольором при ускладненні задачі пілота. Так, при виконанні заходу на посадку на пілотажному тренажері в ускладнених умовах, пошук значущого індексу на екрані кольорового індикатора займав менше часу, ніж по монохроматичному, тоді як в простих умовах польоту різниці по швидкості і точності виявлення індексів не одержано. Автори роблять висновок про різну роль кольору для підвищення надійності сприйняття і оцінки льотчиками пілотажно-навігаційних параметрів. У звичних умовах, що не вимагають швидкої і диференційованої оцінки ситуації, ознака кольору є надмірною і не впливає на показники якості діяльності пілота. Проте у випадках, що вимагають швидкої оцінки обстановки, ознака кольору активно використовується льотчиками, що приводить до скорочення часу пошуку значущих індексів, оцінці просторового положення літака після «дезорієнтації» пілота (швидший вивід літака з складного положення). Оскільки для діяльності льотних екіпажів характерні жорсткі вимоги до швидкості і точності виділення і оцінки параметрів, що відображаються, в умовах обмеженого резерву часу, застосування кольору виправдане навіть при оптимально вибраних монохроматичних кодуючих ознаках.

Таким чином, ефективність застосування кольору залежить від змісту діяльності пілота (члена екіпажа) при рішенні конкретної задачі, ступеня її складності і умов сприйняття (структура інформаційного поля, густина інформації, дефіцит часу і ін.).

Виходячи з цього, перед конструктором виникає задача визначення оптимальної кількості і гамми використовуваних на дисплеях кольорів стосовно вирішуваних задач і умов діяльності екіпажу.

У деяких роботах висловлюється думка про необхідність використання мінімального числа кольорів і пропонується вводити в інформаційне поле додаткові кольори тільки там, де це пов'язано із задачею оператора. Багато дослідників пропонують використовувати на дисплеях не більш п'ять кольорів. Оптимальне число кольорів - 4. Переважним кодом з 4-х кольорів є: червоний, жовтий, зелений і блакитний, причому, блакитний колір повинен використовуватися для кодування ділянок або символів великого розміру, оскільки гострота його візуального сприйняття гірша, ніж для інших кольорів. Для колірної кодування динамічної інформації, як відзначають автори довідника по інженерній психології, доцільно вибирати червоний, оранжевий, зелений, голубий і чорний. У довіднику по авіаційній ергономіці вказується, що гранично допустима кількість одночасно використовуваних кольорів на авіаційних електронних СБІ не повинна перевищувати шести.

ОСТ 100345-87 «Система відображення інформації в кабінах екіпажу. Загальні ергономічні вимоги» наказує забезпечити колірне кодування не менше ніж в трьох кольорах. При необхідності можливе збільшення числа використовуваних кольорів, але не більше шести. Колірне кодування конкретної інформації, що відображається, в документі не розглядається.

У Гості 27626-88 даються декілька рекомендацій по колірному кодуванню інформації на електронних дисплеях. Зокрема, приводиться перелік рекомендованих кольорів (червоний, жовтий, зелений і синій) і їх довжини хвиль для індикаторів, виконаних на базі ЕПТ. При використуванні трьох кольорів індикаційні елементи (стрілки, індекси і ін.) рекомендується виконувати зеленим кольором. Стосовно рідкокристалічних дисплеїв указується лише те, що індикаційний елемент може бути чорним на білому фоні або білим на чорному фоні.

З вищевикладеного виходить, що в існуючих нормативно-технічних документах вимоги і рекомендації до колірного кодування параметрів, що відображаються, і елементів їх оформлення на авіаційних ЕІ практично відсутні.

Подальші дослідження по проблемі колірного кодування на авіаційних електронних індикаторах повинні йти як у напрямі вивчення ефективності застосування кольору при рішенні різних типів льотних задач (пілотування, прицілювання і ін.), так і у напрямі пошуку найефективніших способів (організуюча, сигнальна і інші функції кольору) і принципів (основна, надмірна ознака) використання кольору.

Слід зазначити, що на відміну від ЕПТ, рідкокристалічні матриці мають ряд особливостей генерації зображення, які можуть істотно відобразитися на сприйнятті візуальної інформації з екрану рідкокристалічного індикатора (РКІ). Це, перш за все, піксельність зображення, тобто зображення на екрані рідкокристалічної матриці складено з окремих дискретних елементів. Кількість цих елементів залежить від розмірів і дозволу матриці, використовуваної в РКІ. В даний час найширше використання в авіаційних екранних індикаторах одержали матриці розміром 8х6 дюймів (20,2х15,1 см) з розміром 640х480 пікселів. В найближчому майбутньому планується використання і більших розмірів - 800х600 і 1024х768 пікселів. Крім того, збільшення потужності бортового комп'ютера дозволило на РКІ, на відміну від індикаторів на ЕПТ, використовувати кольорову заливку фону індикаційних кадрів, тобто з'являється ще і кольоровий контраст зображення і фону. Проте на конкретних РКІ можуть мати місце спотворення відтворних зображень такі як ступінчастість, сповзання ліній, просторова нестабільність зображення (тремтіння) і ін., які можуть зробити негативний вплив як на ефективність пілотування, так і на функціональний стан пілота і його працездатність, привести до розвитку зорового стомлення, особливо при тривалій роботі з РКІ.

Звідси важливе значення має визначення оптимальних енергетичних і просторових характеристик РКІ. Були проведені спеціальні дослідження, в яких визначалася надійність сприйняття інформації з поліхроматичного електронного дисплея на основі рідкокристалічних матриць залежно від його візуальних і світлотехнічних характеристик. Встановлено, що візуальні характеристики екрану РКІ, відповідні мінімальним вимогам ОСТУ 1 00345, не забезпечують надійного сприйняття символів і знаків, що відображаються на екрані.

Основними характеристиками індикаторів на основі рідкокристалічних матриць, визначаючими якість і надійність зорового сприйняття інформації льотчиком, є: розмір екрану, кутовий розмір елементів зображення і їх яскравості контраст з фоном. Одержані кількісні залежності надійності сприйняття знаково-символьної інформації на екрані РКІ від її енергетичних і просторових характеристик (кутового розміру, контрасту яскравості, колірного контрасту знаку і фону), дозволили уточнити вимоги до просторово-енергетичних характеристик зображення на екрані РКІ.

Були також виявлені деякі особливості встановлюваних на ПС РКІ, які погіршують, на думку льотного складу, естетичне сприйняття інформаційних кадрів, але не роблять впливу на надійність прийому і переробки інформації в процесі пілотування, зокрема:

- наявність окремих плям, що мають нижчу яскравість в порівнянні з фоном;
- періодична поява ефекту одночасного сприйняття декількох контурів зображення рухомих елементів (силуету літака, стрілок на шкалах і ін.);
- епізодичне тремтіння елементів зображення.

За допомогою спеціальних методик вивчався стан основних зорових функцій льотчиків при роботі з РКІ на моделюючому стенді ПС. Встановлено, що після 5-6 годин пілотування в денних умовах у льотчиків спостерігається помірне підвищення порогів яскравості (на 15-30%) та контрастності (на 15-20%), що

свідчить про функціональне перенапруження нейрорецепторного відділу зорового аналізатора. Виявлені зміни функціонального стану зорового аналізатора пілота свідчать про необхідність оптимізації візуальних і світлотехнічних характеристик авіаційних РКІ. Не менш важливою характеристикою авіаційних РКІ, визначаючої якість сприйняття інформації, що відображається, є частота зміни кадрів. При недостатній частоті зміни кадрів з'являються візуальні спотворення, що затрудняють сприйняття кутових і лінійних переміщень шкал або відлікових елементів, які виявляються у вигляді розмитості контурів, дискретності зміни положення, розщеплюванням або подвоєнням елементів, що відображаються. На авіагоризонті, наприклад, ці спотворення з'являються при енергійному маневруванні з великими кутовими швидкостями зміни крену і тангажу. Виходячи з сказаного, частота зміни кадрів на екрані РКІ повинна забезпечувати високу якість сприйняття інформації при максимальній швидкості зміни параметрів, що відображаються, обумовлених аеродинамічними характеристиками літального апарату.

При розгляді інформаційних полів розробляються і експлуатованих ЕІ звертає на себе увагу велика різноманітність використовуваних способів і видів її кодування. Відсутність стандартизованої символіки затрудняє уніфікацію інформаційних кадрів електронних пілотажних дисплеїв навіть для однотипних ПС. Разом з тим уніфікація лицьових частин пілотажних параметрів, що відображаються на електронних індикаторах, і їх взаємного розміщення справедливо признається більшістю фахівців обов'язковою умовою забезпечення ефективності і надійності дій екіпажу, що підтверджено і практикою експлуатації авіаційних СБІ. У діючих стандартах вимоги до лицьових частин електронних індикаторів майже не представлені. Зокрема, ГОСТ 27626-88 , в якому визначені ергономічні вимоги до елементів лицьових частин авіаційних індикаторів (видам циферблатів, стрілок, індексів і ін.), в основному торкається електромеханічних приладів. На електронні індикатори

розповсюджуються лише деякі пункти. Причому ці вимоги носять загальний характер. Інакше кажучи, нормативних вимог формою і виду елементів параметрів, що відображаються, на ЕІ, по суті, немає, а поставлена проблема ще далека від свого рішення.

Положення, що створилося, стимулювало проведення експериментальних робіт в по вибору форм і видів кодування пілотажно-навігаційних параметрів на ЕІ для конкретних ПС. З участю льотного складу проведена експериментальна експертна оцінка взаємодії екіпажу ПС з інформаційно-управляючим полем пілотажних електронних індикаторів, що розробляються для різних типів ПС. На підставі досліджень за оцінкою інформаційних кадрів монохроматичного електронного пілотажного індикатора для ПС, був зроблений висновок про те, що об'єм, форма і вид пілотажної інформації забезпечують виконання польотного завдання тільки за наявності групи повнорозмірних електромеханічних приладів.

Слід зазначити, що до теперішнього часу немає єдиної точки зору в питанні про застосування на ПС багатофункціональних електронних індикаторів як основний засіб відображення пілотажно-навігаційної інформації. У спеціально проведених стендових дослідженнях, присвячених даному питанню, монохроматичний дисплей, як вже наголошувалося вище, однозначно не був рекомендований як основний засіб відображення інформації, оскільки і якість управління, і надійність просторового орієнтування в найскладніших режимах пілотування опинилися нижче, ніж по електромеханічних приладах, через наступні недоліки:

- висока густина інформації на ЕІ, що робить важчим виділення символів із загального фону індикаційного формату;
- недостатня наочність представленої інформації;
- надмірна абстрактність видів кодування.

У подальших роботах була показана принципова можливість використання кольорових дисплеїв як основний засіб відображення пілотажно-навігаційної інформації для ПС. В той же час є істотні обмеження для застосування конкретних ЕІ по їх світлотехнічним характеристиках. При високих рівнях освітленості (50 000 люкс і більш) через затруднення в сприйнятті інформації погіршується якість витримки параметрів польоту (у 2-5 разів), порушується стереотип збору інформації, знижуються (у 3-4 рази) резерви уваги льотчиків. Затруднення в сприйнятті окремих параметрів на ЕІ, на думку льотного складу, обумовлені нерівномірністю засвітлення екрану зовнішнім освітленням, відблисками на екрані, швидким утворенням пилового шару, попаданням прямого сонячного проміння, недостатньою яскравістю контрасту. Є підстава вважати, що в реальному польоті, крім світлових умов, на процеси взаємодії пілота з електронними системами відображення інформації на ПС робитимуть вплив і інші фактори, зокрема, вібрації.

Таким чином, приведені вище особливості взаємодії льотного складу з ЕІ, а також питання ергономічного характеру, що недостатньо пропрацюють, при їх створенні є, тими факторами, які визначають компоновку приладових панелей перспективних і модернізуючих ПС.

До теперішнього часу на приладових панелях ПС знаходять застосування комбіновані системи відображення інформації, в яких, разом з електронними дисплеями, використовуються традиційні електромеханічні прилади. Це пов'язано з тим, що остаточно не вирішене питання про використання електронних індикаторів як основний засіб відображення пілотажно-навігаційної інформації. Результати виконаних до теперішнього часу ергономічних досліджень дозволяють зробити висновок про принципову можливість використання поліхроматичних екранних індикаторів як основні засоби відображення польотної інформації. Проте практична реалізація цієї можливості обмежується в даний час наступними умовами і обставинами.

По-перше, енергетичні і просторові характеристики конкретних індикаторів (розмір, яскравості і колірний контраст і ін.) не забезпечують оптимальних умов для сприйняття висвічуваної інформації, а можливі просторові спотворення зображення по робочому полю (ступінчастість ліній, тремтіння і ін.) можуть зробити негативний вплив як на ефективність пілотування, так і на зорову працездатність пілота. Слід підкреслити, що навіть за умови відповідності візуальних характеристик екрану РКІ мінімальною вимогою ОСТУ 1 00345-87 не забезпечується надійне сприйняття інформації, що відображається, це указує на необхідність уточнення (перегляду) вимог даного ОСТа стосовно РКІ.

По-друге, склад, компоновка і оформлення елементів індикації на електронних пілотажно-навігаційних індикаторах не повною мірою відповідають ергономічним вимогам. Зокрема, на РКІ для вітчизняних ПС на 25-35 % зменшені, в порівнянні з штатними електромеханічними приладами, розміри шкал основних пілотажно-навігаційних параметрів, доволно порушується їх взаємне розміщення і істотно варіюють елементи оформлення, що призводить до часткової деавтоматизації навиків пілотування, підвищенню завантаженості пілота процесом управління. Слід зазначити, що при збереженні на приборній панелі групи електромеханічних приладів необхідно, щоб були дотримані вимоги по забезпеченню схожості в оформленні основних елементів параметрів, що відображаються на електромеханічних приладах і електронних дисплеях. Відступ від цих вимог може з'явитися причиною помилкових дій льотного складу у польоті.

Був проведений ряд досліджень на стендах і в реальних польотах з телевізійними системами відображення закабінної обстановки. Як свідчать одержані матеріали, включення телевізійного зображення закабінного простору в загальну систему відображення інформації істотним чином змінює звичну структуру діяльності пілота і накладає відбиток на психофізіологічні механізми, регулюючи роботу в нових умовах.

Психофізіологічні процеси, що виникають при спостереженні закабінної обстановки по телеекрану, відрізняються від процесів безпосереднього візуального спостереження. По телевізійному зображенню, унаслідок відсутності глибинного зору, пілот не може з достатнім рівнем точності оцінити ключові параметри дальності до об'єктів, швидкість і висоту польоту.

Пілотування ПС з використанням телевізійного зображення без додаткової приладової інформації зв'язане з великими помилками витримки заданих параметрів і не забезпечує безпеки польоту. Цей фактор вимушує пілота звертатися до електромеханічних приладів, перериваючи при цьому спостереження телезображення на екрані. Звідси виникла необхідність видачі на телеекран кількісної інформації про параметри польоту і дальності до перешкод. Була показана принципова можливість поєднання в одному оперативному полі зору телевізійного зображення закабінного простору і індикації пілотажно-навігаційних параметрів. При цьому індикація параметрів більш прийнятна у вигляді круглих шкал, що дозволяють пілоту одержувати інформацію не тільки про кількісні значення, але і про тенденцію їх змін. Цим забезпечується спадкоємність кодування параметрів, що відображаються, з електромеханічними приладами, полегшується читання інформації і підвищується його якість. Разом з тим, через специфіку діяльності пілота, поєднання електронної індикації з телевізійним зображенням закабінного простору робить негативний вплив на якість сприйняття представлених на телеекрані об'єктів пошуку і розпізнавання.

Льотчики відзначають, що в цілому інструментальна інформація на телеекрані дозволяє виконувати пілотування із заданим рівнем точності. Істотним недоліком електронного кадру є його монохроматичне зображення, що затрудняє сприйняття значущої інформації на однорідному за кольором полі індикатора. Крім того, зазнають труднощі в оцінці просторового положення і точному прочитуванні інформації через малі кутові розміри індексів і шкал.

Діаметри шкал приладів (не більш 40 мм), що відображаються, були зменшені для того, щоб максимально розвантажити центральну частину телеекрану і, отже, понизити затінювання параметрами телезображення закабінних об'єктів, що відображаються. У зв'язку з цим електронний кадр поступається, на думку льотчиків, повнорозмірним електромеханічним приладам. За даними анкетного опиту, форма, вигляд і компоновка пілотажно-навігаційної інформації, що відображається, суміщеної з телезображенням, оцінювалася льотним складом не вище, ніж на «задовільно» за п'ятибальною шкалою. При використуванні експериментального кадру електронної індикації надійність просторового орієнтування порівняно з режимами пілотування по електромеханічних приладах знижується, що виявилось збільшенням часу виводу з складного положення (по параметру крену на 2,0с, а тангажа на 3,8с). На підставі одержаних даних зроблений висновок про те, що для забезпечення надійного просторового орієнтування пілота в режимах пілотування з використанням телевізійних систем відображення закабінного простору необхідно зберегти на приборній панелі групу повнорозмірних електромеханічних приладів. Цей висновок підтверджений експериментальними даними. Збереження на приборній панелі електромеханічних приладів дозволяє підвищити резерви уваги пілота і зменшити на 15-20% вірогідність небезпечних відхилень параметрів польоту. В той же час, на думку льотного складу, відображення інструментальної інформації на телеекрані забезпечує зручніше пілотування в процесі пошуку закабінних об'єктів і орієнтирів, знаходячись в оперативному полі зору.

Питання про те, як поєднувати на одному і тому ж індикаторі телевізійне відображення закабінної обстановки з кількісною інформацією, представленою у вигляді шкал і індексів, і не втратити при цьому наочність, слід вирішувати експериментальним шляхом. Вимагають експериментального опрацювання різні варіанти кодування інформації: форма символів, їх кольори, розміри шкал

і індексів, склад і кількість сигналів, які можна одночасно відобразити без збитку для сприйняття інструментальної інформації і телезображення.

РОЗДІЛ 2 Вивчення основ теорій зображень та практичні рекомендації щодо оптимізації процесів кольорової візуалізації за рахунок покращення якості зображення.

Відомо, що зовнішні пристрої - призначені для оперативного відображення польотної інформації. Звичайно вони складаються з двох частин: монітора й адаптера. Монітор служить для візуалізації зображення, адаптер — для зв'язку монітора з мікропроцесорним комплектом.

Класифікацію моніторів пропонується провести по наступних ознаках:

- по використуванні фізичних ефектах;
- за принципом формування зображення на екрані;
- по способу керування;
- по тривалості збереження інформації на екрані;
- по кольоровості зображення і по його характеристиках.

За принципом формування зображення монітори поділяються на плазмені, електролюмінесцентні, рідкокристалічні й електронно-променеві.

Плазмені, електролюмінесцентні і рідкокристалічні монітори відносяться до дисплеїв із плоским екраном. Для них характерно: екран має малі фізичні

розміри, не мерехтить, цілком відсутнє рентгенівське випромінювання. Монітори цього виду допускають локальне стирання і заміну інформації, мають малу вагу і незначне споживання енергії, велику механічну міцність і тривалий термін служби. Плоскі екрани уступають моніторам на електронно-променевих трубках у швидкості відновлення інформації на екрані (вони повільнодіючі, не пристосовані для демонстрації динамічно мінливих зображень) і в кількості відображуваних кольорних відтінків.

Плазмені і електролюмінесцентні монітори є активними випромінювачами світла. Для роботи з ними не потрібний стороннє джерело світла. У плазменій панелі елемент зображення утворюється в результаті газового розряду, що супроводжується випромінюванням світла. Конструктивно панель складається з трьох скляних пластин, на двох з яких нанесені тонкі прозорі провідники (до 2-4 провідників на 1 мм). На одній пластині провідники розташовані горизонтально, на іншій - вертикально. Між ними знаходиться третя скляна пластина, у якій у місцях перетинання провідників маються наскрізні отвори. Ці отвори при зборці панелі заповнюються інертним газом. Вертикально і горизонтально розташовані провідники утворюють координатну сітку; на перетині провідників знаходяться елементи зображення - пікселів (від "picture element"). При роздільній здатності 512x512 пікселів така панель має розміри не більш 200x200мм і товщину 6-8 мм. В даний час створені кольорові плазмені панелі з роздільною здатністю екрана 1024x1024 пікселів.

Рідкокристалічні (РК) - пасивні монітори. Вони працюють тільки при наявності стороннього джерела світла і здатні працювати або у відбитому, або в мінаючому світлі. Рідкокристалічні монітори використовують здатність рідких

кристалів змінювати свою оптичну щільність або здатність, що відбиває, під впливом електричних сигналів.

Електролюмінесцентні монітори працюють на принципі люмінесценції речовини при впливі на нього електричного поля. Люмінесцентна речовина розпорошується на внутрішній поверхні однієї з пластин з координатною сіткою. Напруга на координатні шини подається така, щоб на перетині координатних шин створювалося електричне поле, достатнє для порушення люмінофора.

3.1. Системи візуального відображення інформації на зовнішніх пристроях.

Найбільше поширення одержали монітори на електронно-променевих трубках. Електронно-променева трубка (ЕПТ) являє собою електровакуумний прилад у виді скляної колби, дно якої є екраном. У колбі, з якої вилучене повітря, розташовані електроди: електронна гармата (катод з електронагрівальним елементом), анод, вертикально і горизонтально відхиляють пластини і сітка. Зовні на ЕПТ встановлена фокусуюча система. Внутрішня поверхня екрана покрита люмінофором, що світиться при влученні на нього потоку електронів. Катод, поверхня якого покрита речовиною, що легко віддає електрони при нагріванні, є джерелом електронів. Біля нього утворюється “електронна хмара”, що під дією електричного поля анода рухається убік екрана. В міру наближення до анода електронний потік збільшує швидкість. Фокусуюча система стискає потік електронів у тонкий пучок, що за допомогою пластин, що відхиляють, направляється в потрібну крапку екрана. Сітка служить для регулювання щільності електронного потоку. Вона розташована набагато ближче до катода, чим анод. У зоні її дії потік електронів

має невелику швидкість, тому вона робить на потік електронів вплив, порівнянний із впливом анода. Сітка може створити електричне поле, що гальмує електрони, зменшує їхню швидкість і щільність потоку, що рухається у бік екрана, і навіть може цілком “замкнути” трубку, не пропустити потік електронів у бік екрана.

Растрове розгорнення являє собою набір суцільних горизонтальних ліній, що заповнюють весь екран. Воно формується за допомогою аналогових приладів - генераторів пилоподібної напруги, окремо - для рядків і окремо для кадрів. Цей вид розгорнення застосовується в телебаченні.

Матричне розгорнення по зовнішньому вигляді схоже на растрове. Але формується воно за допомогою цифрових схем (лічильників), зв'язаних із системою, що відхиляє, через цифро-аналогові перетворювачі. У цьому випадку електронний промінь на екрані переміщається не безупинно, а стрибками - від одного пікселя до іншого. Тому він не малює лінію, а висвічує матрицю крапок – пікселів, При такому розгорненні легко перевести промінь у будь-яку задану крапку екрана - треба тільки в лічильники рядків і кадрів помістити координати цієї крапки.

Векторне розгорнення використовується для малювання складних фігур за допомогою суцільних ліній різної форми. Керування вертикальним і горизонтальним відхиленням луча в цьому випадку здійснюється за допомогою функціональних генераторів, кожний з яких набудований на промальовування визначеного графічного примітива. Склад графічних примітивів, з яких будується зображення, визначається наявністю функціональних генераторів.

По тривалості збереження інформації на екрані монітори поділяються на регенеруючі і запам'ятовуючі.

У регенеруючих моніторах зображення після однократного промальовування тримається на екрані недовго, частки секунди, поступово

вгасаючи. погашення зображення іноді помітно на око - нижні рядки можуть бути яскравіше верхніх, наприклад. Для підтримки постійної яскравості зображення приходится повторно прорисовувати (регенерувати) 20-25 разів у секунду. А щоб яскравість у різних частинах екрана не дуже відрізнялася і для зниження смуги пропущення застосовують короткочасне розгорнення: при кожному промальовуванні спочатку малюються непарні рядки, а потім - парні.

У запам'ятовуючих моніторах після однократного промальовування зображення тримається на екрані протягом декількох годин. Для його стирання приходится подавати на екран спеціальну стираючу напругу.

Запам'ятовуючі монітори ефективні там, де виведене зображення має потребу в тривалій обробці, наприклад піддається редагуванню або повинне бути сприйняте (вивчене) оператором.

По кольоровості зображення монітори поділяються на монохромні і кольорові. Кольоровість монітора на ЕПТ залежить від люмінофорного покриття екрана. В аналогових моніторах для керування кольором може використовуватися одна загальна сітка, що одночасно впливає на всі три промені, - такий монітор називається композитним. У ньому одночасно зі зміною яскравості зображення змінюється і колір. Це один із самих ранніх моніторів, у даний час для одержання кольорового зображення не застосовується. Найбільші можливості кольоро-відображення - в аналогових RGB-моніторів з роздільним керуванням яскравістю трьох променів. У цифрових моніторах керування кольором здійснюється роздільно по кожному промені.

По ергономічним характеристиках монітори поділяються на звичайні;

- с зниженим рентгенівським випромінюванням (LR - Low Radiation) - відповідному стандарту на обмеження електромагнітних випромінювань;
- з антистатичним екраном (AS); працюючі в енергозберігаючому режимі - енергії, що знижують споживання, у режимі очікування ("Green").

Історично склалося, що дисплеї можуть працювати в одному з двох режимів: символьному або графічному.

У графічному режимі зображення на екрані формується з окремих крапок (піксель), що мають свої адреси (номер пікселя в рядку \times номер піксельного рядка). У найпростішому випадку кожному пікселю екрана відповідає один піксель, відеопам'яті, що і визначає, світла або темним повинна бути відповідна крапка на екрані. Якщо крім цього необхідно вказувати колір пікселя, то кількість біт відеопам'яті, що характеризують кожен піксель, приходить збільшувати. Тому для графічного режиму потрібна велика пам'ять, чим для символьного, при тій же роздільній здатності екрана.

Для відтворення динамічних (анімаційних) зображень відеопам'ять приходить поділяти на сторінки, що по черзі виводяться на екран при кожній регенерації (поки одна сторінка виводиться на екран, друга заповнюється черговим кадром).

Крім відеопам'яті до складу адаптера входять блок сполучення з монітором, різні прискорювачі (графічний, 3D-прискорювач і ін.), що призначені для виконання обчислювальних операцій без звертання до блоку керування.

3.2 Принципи обробки та фільтрація зображень.

Уявимо собі, що, дивлячись на яку-небудь сцену одним оком, ми підносимо до нього скляну пластину. Якщо ця пластина не була ідеально прозорою, то зображення, що спостерігається, зміниться. У залежності від скла, з якого зроблена пластина, зміна може бути найрізноманітнішою. Приміром, якщо це скло було кольоровим, то зображення придбає відповідний відтінок, а від мутного скла - стане розмитим. Фільтрація зображень аналогічна такому розгляданню світу через скляну пластину, хоча і дозволяє домогтися набагато більшої розмаїтості ефектів, чим експерименти з різними пластинами. Під

фільтрацією зображень розуміють операцію, що має своїм результатом зображення того ж розміру, отримане з вихідного за деякими правилами. Звичайно інтенсивність (колір) кожного пікселя результуючого зображення обумовлена інтенсивністю (кольорами) пікселів, розташованих у деякій його околиці у вихідному зображенні.

Правила, що задають фільтрацію (їх називають **фільтрами**), можуть бути найрізноманітнішими. Розглянемо найпростіші фільтри. Помітимо, що, відповідно до запропонованого визначення, операція, що полягає в послідовному застосуванні двох або більш фільтрацій, теж є фільтрацією. Фільтрація зображень є однією із самих фундаментальних операцій комп'ютерного зору, розпізнавання образів і обробки зображень. Фактично, з тієї або іншої фільтрації вихідних зображень починається робота більшості методів.

Лінійні фільтри являють собою сімейство фільтрів, що мають дуже простий математичний опис. Разом з тим вони дозволяють домогтися найрізноманітніших ефектів. Будемо вважати, що задано вихідне напівтонове зображення A , і позначимо інтенсивності його пікселів $A(x, y)$. Лінійний фільтр визначається функцією F , заданої на растрі. Дана функція називається ядром фільтра, а сама фільтрація виробляється за допомогою операції дискретної згортки (зваженого підсумовування) Результатом служить зображення B . У визначенні (8.1) ми опустили межі підсумовування. Звичайне ядро фільтра відмінно від нуля тільки в деякій околиці N крапки $(0, 0)$. За межами цієї околиці $F(i, j)$ або в точності дорівнює нулеві, або дуже близько до нього, так що можна їм зневажити. Підсумовування виробляється, і значення кожного пікселя $B(x, y)$ визначається пікселями зображення A , що лежать у вікні N , центрованому в крапці (x, y) (ми будемо позначати цю безліч $N(x, y)$). Ядро фільтра, задане на прямокутній околиці N , може розглядатися як матриця m на

n , де довжини сторін є непарними числами. При завданні ядра матрицею M_{kl} , її варто центрувати.

Також має потребу в додатковому проясненні ситуація, коли піксель (x, y) знаходиться в околиці країв зображення. У цьому випадку $A(x + i, y + j)$ у визначенні може відповідати пікселю A , що лежить за межами зображення A . Дану проблему можна вирішити декількома способами.

- Не проводити фільтрацію для таких пікселів, обрізавши зображення B по краях або зафарбувавши них, приміром, чорним кольором.
- Не включати відповідний піксель у підсумовування, розподіливши його вагу $F(i, j)$ рівномірно серед інших пікселів околиці $N(x, y)$.
- Довизначити значення пікселів за границями зображення за допомогою екстраполяції. Наприклад, вважати постійним значення інтенсивності поблизу границі (для пікселя $(-2, 5)$ маємо $A(-2, 5) = A(0, 5)$) або вважати постійним градієнт інтенсивності поблизу границі ($A(-2, 5) = A(0, 5) + 2(A(0, 5) - A(1, 5))$).
- Довизначити значення пікселів за границями зображення, за допомогою дзеркального відображення ($A(-2, 5) = A(2, 5)$).

Вибір конкретного способу потрібно робити з урахуванням конкретного фільтра й особливостей конкретного додатка.

Фільтри, що згладжують, діють на зображення аналогічно мутному склу з приклада - зображення стає нерізким, розмитим. Найпростіший прямокутний фільтр радіуса, що згладжує, r задається за допомогою матриці розміру $(2r + 1)$ а сума по всіх елементах матриці дорівнює, таким чином, одиниці. При фільтрації з даним ядром значення пікселя замінюється на середнє значення пікселів у квадраті зі стороною $2r+1$ довкола нього.

3.3 Розпізнавання образів, геометричні методи розпізнавання

Здатність сприймати образи - одне з основних властивостей мозку. Сприймаючи зовнішній світ, людина пізнає навколишні його об'єкти і відповідно до цього робить визначені дії. Важливо відзначити, що сприймані об'єкти розбиваються на групи схожих, але не тотожних об'єктів.

До однієї групи відносяться ті об'єкти, що володіють характерним набором властивостей. Безліч об'єктів, що володіють загальними властивостями, називають образом. Об'єкти, що відносяться до одного образу (класові), можуть відрізнятися другорядними, не істотними з погляду розв'язуваної задачі, властивостями.

Кожен образ (клас) представляється деякою кількістю об'єктів (екземплярів). Сукупність усіх різних проявів образу утворить безліч його можливих реалізацій.

різних рецепторів (датчиків), піддають попереднім перетворенням.

Таким чином, розпізнавання образів можна визначити як відношення даних, що спостерігається, до визначеного класу на основі виділення істотних ознак, що характеризують ці дані.

Будь-яке зображення, що виникає в результаті спостереження якого-небудь об'єкта в процесі навчання або іспиту, можна представити у виді вектора, а значить і у виді крапки деякого простору ознак. Якщо затверджується, що при показі зображень можливо однозначно віднести них до одному з двох (або декількох) образів, то тим самим затверджується, що в деякому просторі існує дві області, що не мають загальних крапок, і що зображення — крапки з цих областей. Кожної такої області можна приписати найменування, тобто дати назву, що відповідає образу.

У ході навчання пред'являються крапки, випадково обрані з цих областей, і повідомляється інформація про те, до якої області належать пропоновані крапки. Ніякої додаткової інформації про ці області, тобто про розташування їхніх границь, у ході навчання не повідомляється. Ціль навчання складається або в побудові поверхні, що розділяла б не тільки показані в процесі навчання крапки, але і всі інші крапки, що належать цим областям, або в побудові поверхонь, що обмежують ці області так, щоб у кожній з них знаходилися тільки крапки одного образу. Інакше кажучи, ціль навчання складається в побудові таких функцій від векторів-зображень, що була б, наприклад, позитивна на всіх крапках одного і негативна на всіх крапках іншого образу. У зв'язку з тим, що області не мають загальних крапок, завжди існує ціла безліч таких поділяючих функцій, а в результаті навчання повинна бути побудована одна з них.

Якщо пропоновані зображення належать не двом, а більшому числу образів, то завдання полягає в побудові по показаним у ході навчання крапкам поверхні, що розділяє всі області, що відповідають цим образам, друг від друга. Задача ця

може бути вирішена, наприклад, шляхом побудови функції, що приймає над крапками кожної з областей однакове значення, а над крапками з різних областей значення цієї функції повинне бути по-різному.

Геометричний метод розпізнавання заснований на використанні функції відстані як міру подібності векторів ознак, що представляють образи.

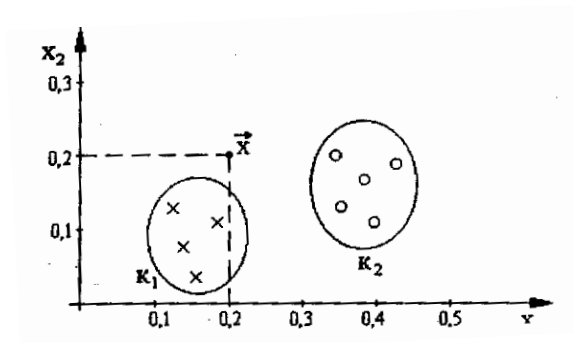


Рис.2.1 - Класифікація об'єктів за допомогою функції відстані

Нехай існує M класів, кожний з яких представляється за допомогою еталонного вектора $\vec{z}_1, \vec{z}_2, \dots, \vec{z}_M$. Як міру близькості вектора \vec{x} і відповідного еталона може бути використана відстань Евкліда.

$$D_i = \|\vec{x} - \vec{z}_i\|, i=1,2,\dots,M$$

Зведемо у квадрат

$$D_i^2 = (\vec{x} - \vec{z}_i)^T (\vec{x} - \vec{z}_i) = \vec{x}^T \vec{x} - 2\vec{x}^T \vec{z}_i + \vec{z}_i^T \vec{z}_i = \vec{x}^T \vec{x} - 2\left(\vec{x}^T \vec{z}_i - \frac{1}{2}\vec{z}_i^T \vec{z}_i\right),$$

де символ T позначає транспонування.

Об'єкт, представлений вектором \vec{x} , відноситься до того класу, що ближче до нього, тобто класифікація здійснюється по мінімуму відстані D_i . З (8.2) випливає, що вибір мінімальної відстані D_i еквівалентний виборі максимального значення різниці

$$d_i(\vec{x}) = \vec{x}^T \vec{z}_i - \frac{1}{2} \vec{z}_i^T \vec{z}_i$$

яке називають вирішальною функцією.

Якщо $d_i(\vec{x}) > d_j(\vec{x})$ для усіх $i \neq j \quad j = 1, 2, \dots, M$, то вектор \vec{x} відноситься до класу K_i . Відзначимо, що $d_i(\vec{x})$ являє собою гіперплощина в p -мерном просторі. При $p=2$ $d_i(\vec{x})$ буде представляти пряму лінію, що відокремлює один клас від іншого.

Якщо кожен клас $i = \overline{1, M}$ характеризується не єдиним, а декількома еталонами $\vec{z}_i^1, \vec{z}_i^2, \dots, \vec{z}_i^N$, де N - кількість еталонів, що визначають клас, то

$$D_i = \min_l \left\| \vec{x} - \vec{z}_i^l \right\| \quad i = 1, M; \quad l = 1, 2, \dots, N$$

У цьому випадку для кожного вхідного вектора \vec{x} обчислюється відстань D_i . Вектор \vec{x} відноситься до класу k_i , якщо $D_i < D_j$ для усіх $i \neq j$.

Виявлення кластерів на безлічі вихідних даних також засновано на використанні мір подібності. Розглянемо алгоритм пошуку кластерів для випадку, коли як міру подібності використовується відстань Евкліда.

Рішення задачі виділення кластерів вимагає введення критерію якості кластеризації. Найбільше часто використовують суму квадратів відхилень вхідних векторів \vec{x} від центрів кластерів \vec{m}_j

$$J = \sum_{j=1}^{N_c} \sum_{\vec{x} \in s_j} \left\| \vec{x} - \vec{m}_j \right\|^2, \quad (8.5)$$

де \mathbf{s}_j - безліч вхідних векторів, що відносяться до j -му кластера;

N_c - кількість кластерів;

$m_j = \left(\frac{1}{N_j} \right) \sum_{\vec{x} \in \mathbf{s}_j} \vec{x}$ - вектор середніх значень для безлічі \mathbf{s}_j .

Розглянемо алгоритм кластеризації, мінімізуючий критерій (8.5). Алгоритм заснований на обчисленні До внутрігрупових середнього і відповідно називається алгоритмом До середнього.

Формування еталонів на основі рішення задачі кластеризації можна розглядати як один з підходів до навчання при розпізнаванні образів.

Прикладом такого напрямку в теорії і практиці проблеми ОРО є клас пристроїв, названих перцептронами. Потрібно відзначити, що перцептрони на зорі свого виникнення розглядалися тільки як евристичні моделі механізму мозку. Згодом вони стали основною схемою в побудові кусочно-лінійних моделей, що навчаються розпізнаванню образів.

У найбільш простому виді перцептрон складається із сукупності чуттєвих (сенсорних) елементів (S-елементів), на які надходять вхідні сигнали. S-елементи випадковим образом зв'язані із сукупністю асоціативних елементів (A-елементів), вихід яких відрізняється від нуля тільки тоді, коли порушене досить велике число S-елементів, що впливають на один A-елемент.

$$R_j = \Theta_j + \sum_{i=1}^n v_{ij} x_i,$$

де R_j — реакція j -го R-елемента; x_i — реакція i -го A-елемента; v_{ij} — вага зв'язку від i -го A-елемента до j -му R елемента; Θ_j — поріг j -го R-елемента.

Аналогічно записується рівняння i -го A-елемента:

$$x_i = \Theta_i + \sum_{k=1}^S y_k,$$

Кластерний аналіз призначений для розбивки безлічі об'єктів на задане або невідоме число класів на підставі деякого математичного критерію якості класифікації (cluster (англ.) — гроно, пучок, скупчення, група елементів, характеризуемых якою-небудь загальною властивістю). Приведемо приклади найбільш розповсюджених відстаней і мір близькості, що характеризують взаємне розташування окремих груп об'єктів. Нехай w_i — i -я група (клас, кластер) об'єктів, N_i — число об'єктів, що утворюють групу w_i , вектор μ_i — середнє арифметичне об'єктів, що входять у w_i (іншими словами $[\mu_i$ — «центр ваги» i -ї групи), а $q(w_l, w_m)$ — відстань між групами w_l і w_m

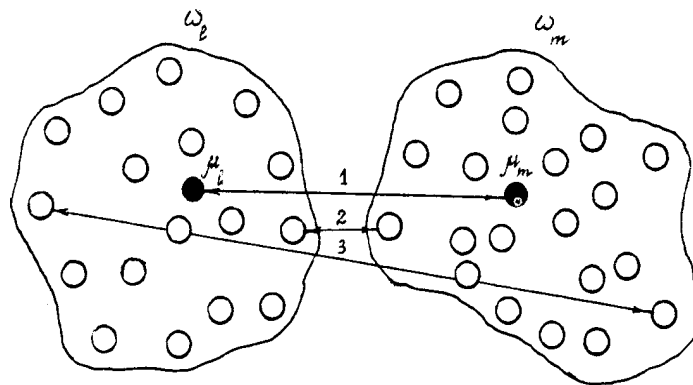


Рис. 2.2. Різні способи визначення відстані між кластерами w_l і w_m : 1 — по центрах ваги, 2 — по найближчих об'єктах, 3 — по самих далеких об'єктах

Відстань найближчого сусіда є відстань між найближчими об'єктами кластерів:

$$q_{\min}(w_l, w_m) = \min_{x_i \in w_l, x_j \in w_m} d(x_i, x_j)$$

Відстань далекого сусіда — відстань між самими далекими об'єктами кластерів:

$$q_{\max}(w_l, w_m) = \max_{x_i \in w_l, x_j \in w_m} d(x_i, x_j)$$

Відстань центрів ваги дорівнює відстані між центральними крапками кластерів:

$$q(w_l, w_m) = d(\mu_l, \mu_m)$$

Узагальнене (по Колмогорову) відстань між класами, або узагальнена К-відстань, обчислюється по формулі

$$q_{\tau}^{(K)}(w_l, w_m) = \left[\frac{1}{N_l N_m} \sum_{x_i * w_l} \sum_{x_j * w_m} d^{\tau}(x_i, x_j) \right]^{\frac{1}{\tau}}$$

Зокрема, при $\tau \rightarrow \infty$ і при $\tau \rightarrow -\infty$ маємо

$$q_{\infty}^{(K)}(w_l, w_m) = q_{\max}(w_l, w_m)$$

$$q_{-\infty}^{(K)}(w_l, w_m) = q_{\min}(w_l, w_m)$$

Вибір тієї або іншої міри відстані між кластерами впливає, головним чином, на вид виділюваних алгоритмами кластерного аналізу геометричних угруповань об'єктів у просторі ознак.

3.4 Практичні розрахунки параметрів кольоровості зображень для практичного впровадження в системи візуалізації.

Достоїнство системи *RGB* полягає в тому, що в ній у якості основних використовуються реальні кольори. Однак вона має недоліки, що затрудняють її використання при розрахунках: кольори представляються не тільки позитивними, але і негативними значеннями координат r' , g' , b' , коефіцієнти яскравості кольорів обчислюються через коефіцієнти яскравості всіх трьох основних кольорів.

У зв'язку з цим Міжнародна Комісія по Освітленню (МКО) стандартизувала колориметричну систему з нереальними основними кольорами X , Y , Z . Координатна система x, y, z обрана таким чином, щоб площина XOZ збігалася з площиною нульової яскравості, координата y була б перпендикулярна цієї площини, колірний трикутник XYZ цілком охоплював локус, а рівностимульний колір зберігав своє положення в центроїді трикутника

XYZ , тоді коефіцієнти яскравості для будь-якого кольору будуть визначатися тільки координатою v і не будуть залежати від координат x і z , і всі реальні кольори будуть представлені в колірних рівняннях позитивними координатами x , y и z .

Центроїди трикутників RGB і XYZ збігаються, тому рівностимульний колір E зберігає своє положення. Для нього

$$r = g = b = x = y = z = 1/3$$

Для будь-якого кольору F можуть бути написані колірні рівняння як у системі XYZ , так і в RGB :

$$F' = x + y + z \quad \text{і} \quad F = r + g + b.$$

Отже, можна зв'язати колірні рівняння в обох системах:

$$x + y + z = r + g + b.$$

Коефіцієнт яскравості будь-якого одиничного кольору F може бути виражений у системі XYZ рівнянням

$$L' = L'_X + L'_Y + L'_Z.$$

Коефіцієнти яскравості основних квітів у цій системі рівні: $L'_X = L'_Z = 0$ (оскільки кольору X і Z лежать на аліхне), а $L'_Y = 1$. Отже,

$$L' = y L'_Y \quad \text{у}.$$

Таким чином, коефіцієнт яскравості будь-якого кольору в площині трикутника XYZ однозначно визначається значенням координати v .

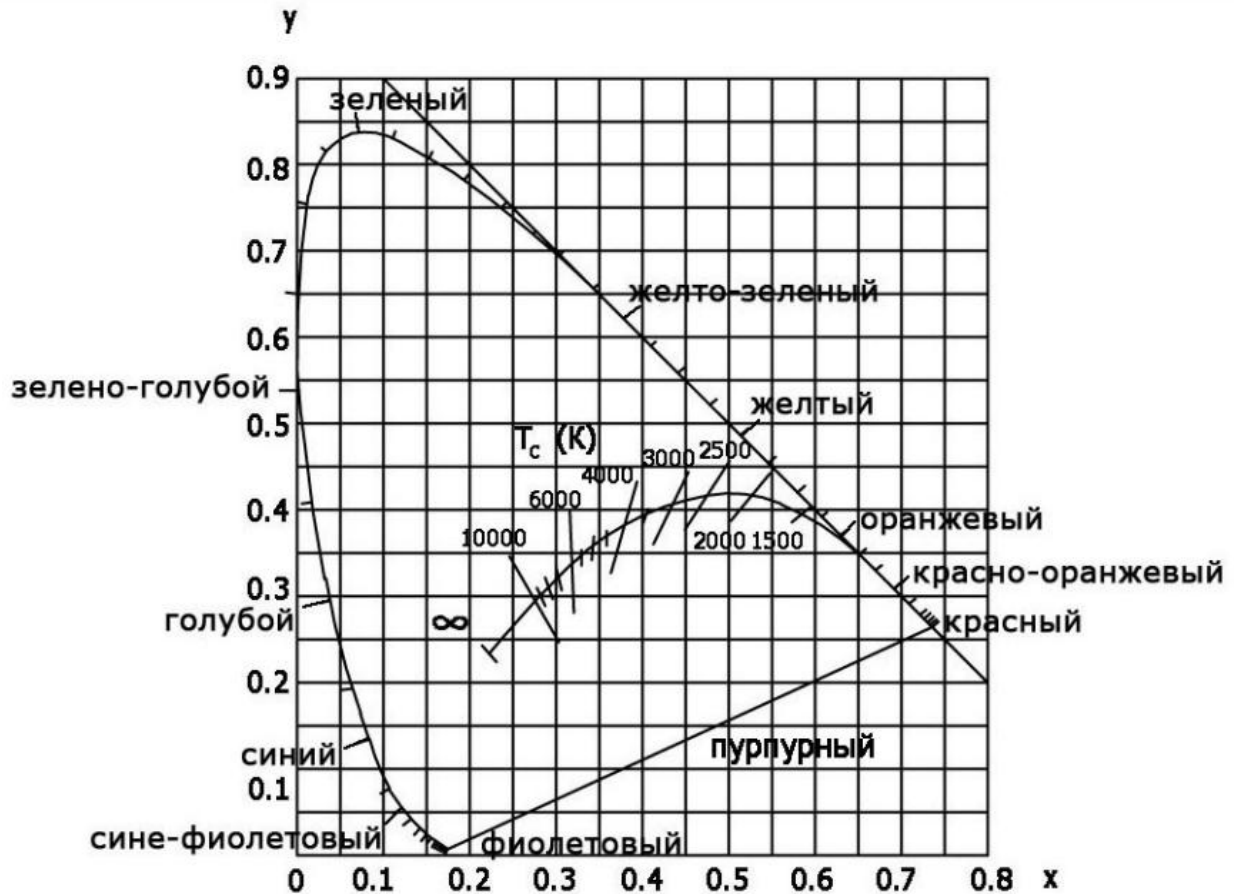


Рис. 2.1 - Діаграма кольоровості x, y з лінією випромінювання чорного тіла

Для практичних розрахунків МКО рекомендувала користуватися не площиною одиничних кольорів XYZ , а проекцією цієї площини на площину $хоу$, називану діаграмою кольоровості $ху$ (Рис. 2.1). При такій проекції крапка Z колірного трикутника сполучається з крапкою 0 на діаграмі кольоровості $ху$, отже, вісь $ох$ у площині діаграми кольоровості є алихне, а прямі $y = \text{const}$, рівнобіжні алихне, являють собою геометричне місце крапок з постійними значеннями коефіцієнтів яскравості. Діаграма $ху$ зручна тим, що представлено в прямокутній системі координат. Якщо відомі модулі x', y', z' вектора в колірному просторі, то координати кольоровості визначаються рівняннями тобто координати кольоровості дорівнюють триколірним коефіцієнтам.

На (Рис.2.2) приведені криві залежності питомих координат $\bar{x}_\lambda, \bar{y}_\lambda, \bar{z}_\lambda$ від довжини хвилі спектрального кольору потужністю в 1 Вт (криві змішання).

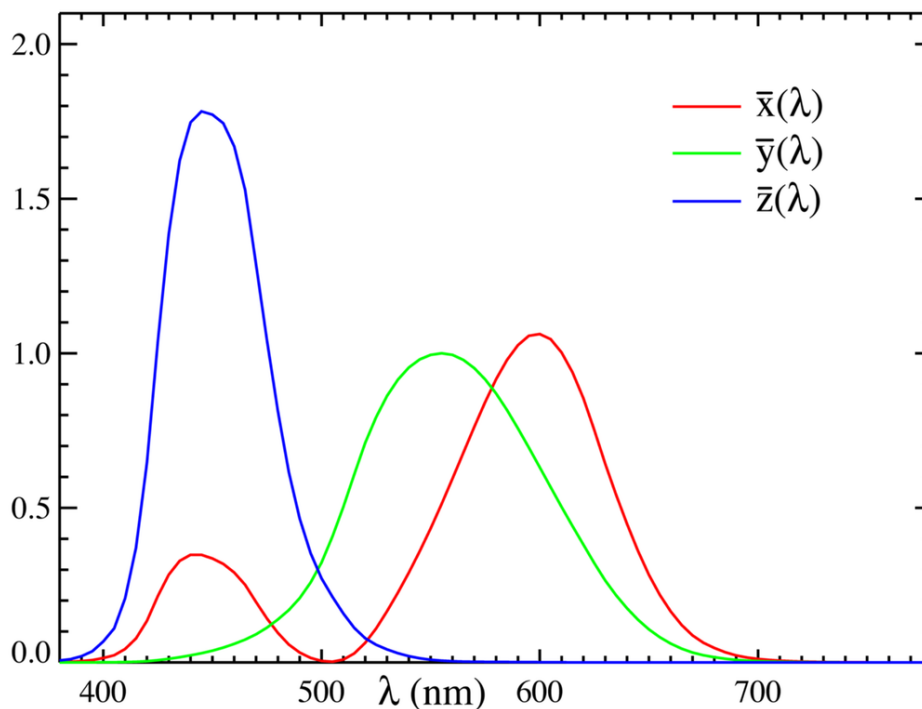


Рис. 2.2 - Функції колірної відповідності стандартного колориметричного спостерігача

РОЗДІЛ 3 Розробка прототипу багатофункціонального індикатора з використанням покращених рідкокристалічних дисплеїв для обробки та відображення інформації на дисплеях в літаку.

3.1 Багатофункціональний бортовий індикатор

Багатофункціональний бортовий індикатор який використовується має ряд недоліків, серед яких:

- Обмежені можливості відображення інформації, яка поступає від різних джерел інформації в різній формі
- Неможливість експлуатації в тяжких умовах (в великому діапазоні температур і зовнішній освітленості)

Метою винаходу являється створення багатофункціонального бортового індикатора призначеного для відображення інформації, яка поступає від різних джерел в різній формі (в формі повного телевізійного сигналу, в формі цифрових сигналів, які поступають по послідовним каналам) в тяжких умовах експлуатації (при високому діапазоні температур та зовнішньої освітленості. Будова багатофункціонального індикатора пояснюється кресленням, що зображено на Рис. 3.1, на якому позначені:

- 1 – відеоіндикатор;
- 2 – відеографічний процесор;
- 3 – магістраль інформаційного обміну відеоінформацією;
- 4 – системна магістраль інформаційного обміну;
- 5 – електронно-обчислювальна машина;
- 6 – довготривалий запам'ятовуючий пристрій;
- 7 – адаптер вводу–виводу;
- 8 – панель управління;
- 9 – телевізійний адаптер
- 10 – регулятор яскравості;
- 11 – регулятор контрастності;
- 12 – формувач телевізійного сигналу;
- 13 – лампа підсвічування відеоіндикатора;
- 14 – пристрій управління;

- 15 – вентилятор примусового обдуву;
- 16 – обігрівач відеоіндикатора;
- 17 – формувач керуючої напруги лампи підсвічування відеоіндикатора;
- 18 – перший датчик температури;
- 19 – другий датчик температури;
- 20 – перший датчик освітленості;
- 21 – другий датчик освітленості;
- 22 – регулятор яскравості лампи підсвічування відеоіндикатора;
- 23 – перша нитка напруження лампи підсвічення відеоіндикатора;
- 24 – друга нитка напруження лампи підсвічення відеоіндикатора;
- 25 – вхід повного телевізійного сигналу;
- 26 – вхід кольоро-розподільного телевізійного сигналу;
- 27 – вхід першого послідовного каналу;
- 28 – вхід другого послідовного каналу;
- 29 – вхід третього послідовного каналу;
- 30 – вихід послідовного каналу;
- 31 – вихід телевізійного сигналу.

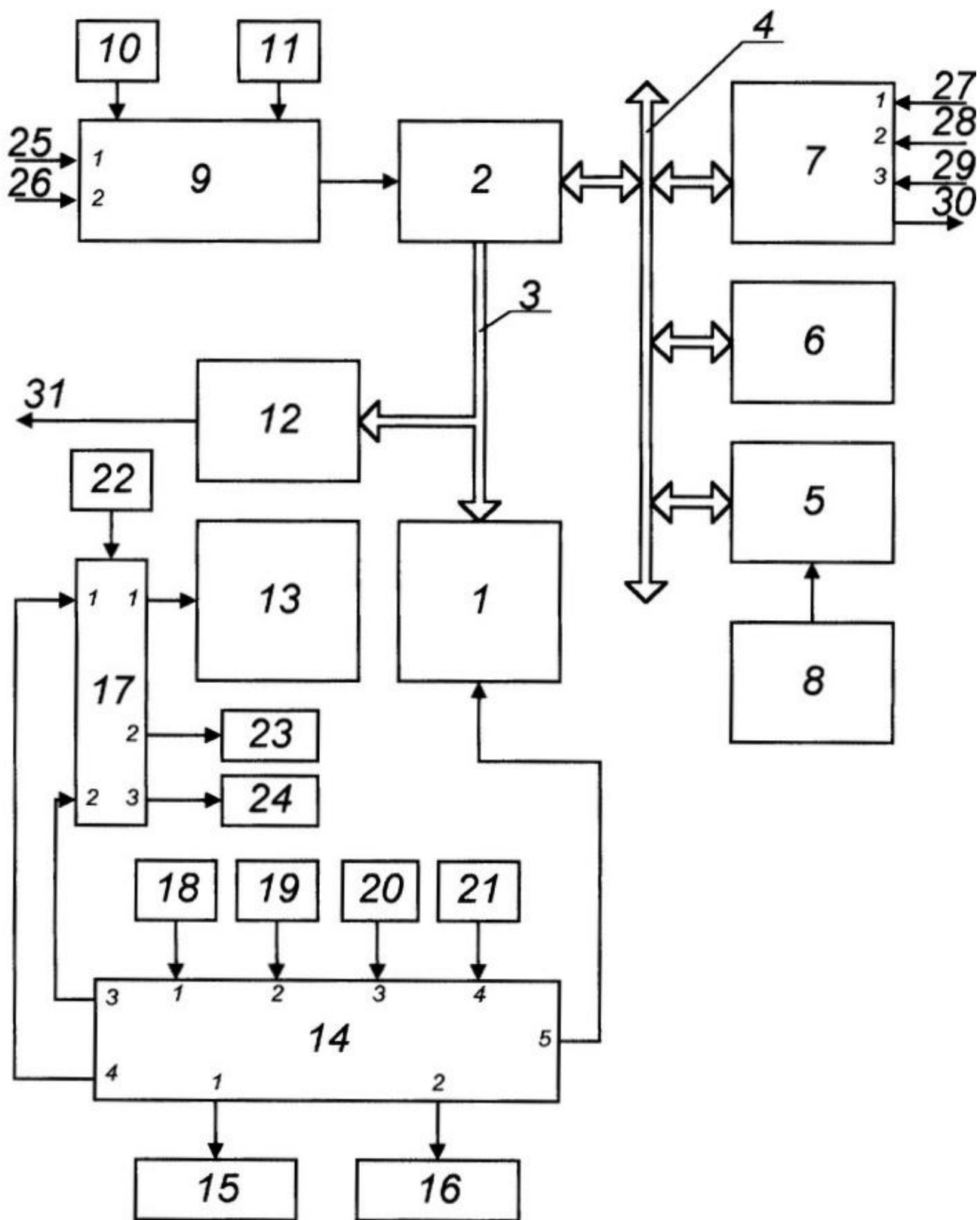


Рис. 3.1 - Схема багатифункціонального бортового індикатора

3.1.1 Принцип побудови пристрою

Входи відеоінформації відеоіндикатора 1 з'єднані з магістраллю 3 інформаційного обміну відео, виходи відеоінформації відеографічного процесора 2 з'єднані з магістраллю 3 інформаційного обміну відео, входи-виходи системної магістралі інформаційного обміну відеографічного процесора 2 з'єднані з системною магістраллю 4 інформаційного обміну, входи-виходи системної магістралі інформаційного обміну електронно-обчислювальної машини 5 з'єднані з системною магістраллю 4 інформаційного обміну, входи-виходи системної магістралі інформаційного обміну довготривалого запам'ятовуючого пристрою 6 з'єднані з системною магістраллю 4 інформаційного обміну, входи-виходи системної магістралі інформаційного обміну адаптера 7 вводу-виводу з'єднані з системною магістраллю 4 інформаційного обміну, перший вхід адаптера 7 вводу-виводу є входом 27 першого послідовного каналу багатофункціонального бортового індикатора, другий вхід адаптера 7 вводу-виводу є входом 28 другого послідовного каналу багатофункціонального бортового індикатора, третій вхід адаптера 7 вводу-виводу є входом 29 третього послідовного каналу багатофункціонального бортового індикатора, вихід адаптера 7 вводу-виводу є виходом 30 послідовного каналу багатофункціонального бортового індикатора, до входів-виходів цифрового вводу-виводу електронно-обчислювальної машини 5 підключена панель 8 управління, вихід телевізійного відеоадаптера 9 з'єднаний з входом оцифрованого відеосигналу відеографічного процесора 2, до входу управління яскравістю телевізійного відеоадаптера 9 підключений регулятор 10 яскравості, до входу управління контрастністю телевізійного відеоадаптера 9 підключений регулятор 11 контрастності, перший вхід телевізійного відеоадаптера 9 є входом 25 повного телевізійного сигналу багатофункціонального бортового індикатора, другий вхід телевізійного відеоадаптера 9 є входом 26 кольоро-розподіленого телевізійного сигналу багатофункціонального бортового індикатора, входи

відеоінформації формувача 12 телевізійного сигналу з'єднані з магістраллю 3 інформаційного обміну відеоінформацією, вихід формувача 12 телевізійного сигналу є виходом 31 телевізійного сигналу багатофункціонального бортового індикатора, до першого входу пристрою 14 керування підключений перший датчик 18 температури, до другого входу пристрою 14 керування підключений другий датчик 19 температури, до третього входу пристрою 14 керування підключений перший датчик 20 освітленості, до четвертого входу пристрою 14 керування підключений другий датчик 21 освітленості, до першого виходу пристрою 14 керування підключений вентилятор 15 примусового обдуву, до другого виходу пристрою 14 керування підключений обігрівач 16 відеоіндикатора 1, третій вихід пристрою 14 керування з'єднаний з другим входом формувача 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1, четвертий вихід пристрою 14 керування з'єднаний з першим входом формувача 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічення відеоіндикатора 1, третій вихід пристрою 14 керування з'єднаний з керуючим входом відеоіндикатора 1, до керуючого входу формувача 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 підключений регулятор 22 яскравості лампи 13 підсвічення відеоіндикатора 1, до першого виходу формувача 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 підключена лампа 13 підсвічування відеоіндикатора 1, до другого виходу формувача 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 підключена перша нитка 23 напруження лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1, до третього виходу формувача 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 підключена друга нитка 24 напруження лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1. Відеоіндикатор 1 виконаний у вигляді рідкокристалічної панелі.

Відеографічний процесор забезпечує формування масива інформації яка відображається в залежності від режиму роботи багатофункціонального

бортового індикатора відповідно до прийнятої інформації від підсистем бортового обладнання відповідно до погодженого протоколу.

Відеографічний процесор 2 містить контролер системної магістралі 4 інформаційного обміну, виконаний у вигляді контролера магістралі ISA, процесор з вбудованим оперативним запам'ятовуючим пристроєм, сторожовий таймер, постійний запам'ятовуючий пристрій для зберігання програм, двосторінковий оперативний пристрій для зберігання відеоінформації, схему управління оперативним запам'ятовуючим пристроєм і формування сигналів магістралі 3 інформаційного обміну відео.

Системна магістраль 4 інформаційного обміну виконана в вигляді магістралі ISA.

Електронно-обчислювальна машина 5 виконана в вигляді одноплатної РС-відповідної електронно-обчислювальної машини і призначена для роботи в якості керуючого ядра.

Електронно-обчислювальна машина 5 містить центральний процесор, що забезпечує вибірку з пам'яті і виконання кодів команд відповідно до системи команд, процесор забезпечений формувачем зниженого напруги електроживлення, інтегрований контролер, що включає в себе елементи РС-сумісної периферії (контролер переривань, контролер прямого доступу до пам'яті, інтервальний таймер, годинник реального часу, контролери послідовних каналів, контролер системної магістралі ISA, компоненти пуску і синхронізації, адресні дешифратори, конфігураційні регістри і регістри стану), мікросхему інтегрального обрамлення на основі програмованої матриці, що включає в себе контролер оперативного пам'яті, контролер механізму віконного доступу до схеми перетворення адреси, допоміжні адресні дешифратори, додаткові схеми для повноформатного доступу до системної магістралі 4

інформаційного обміну, схеми підтримки управління індикацією і прийому вхідних команд, конфігураційні регістри і регістри стану, мікросхема забезпечена конфігураційним постійним запам'ятовуючим пристроєм, що забезпечує завантаження логічної функції при включенні електроживлення, оперативний пристрій, електроперепрограмуючий пристрій, незалежний пристрій, забезпечений діод-конденсаторною схемою, що підтримує незалежне електроживлення енергонезалежного запам'ятовуючого пристрою протягом часу автозбереження, монітор електроживлення, сторожовий таймер-лічильник, приймач послідовних каналів (каналів RS-2 32), внутрішні і магістральні приймачі, призначені як для посилення зовнішніх сигналів, так і для посилення, розв'язки і / або перетворення внутрішніх сигналів.

Складові частини електронно-обчислювальної машини 5 об'єднані внутрішніми магістралями адреси і даних і сигналами управління.

Довготривалий пристрій 6 призначений для зберігання в енергонезалежній електроперепрограмуючій пам'яті інформації, необхідної конкретному користувачу, наприклад польотні завдання, карти місцевості та ін.

Довготривале пристрій 6 містить мікросхему інтегрального обрамлення на основі програмованої матриці, що включає в себе контролер оперативної пам'яті, контролер механізму віконного доступу до всього адресного простору незалежної електроперепрограмуючої пам'яті, допоміжні адресні дешифратори, додаткові схеми для зміни базової адреси довготривалого запам'ятовуючого пристрою на системній магістралі 4 інформаційного обміну (магістралі ISA), схеми підтримки управління індикацією виконуваних в поточний момент команд, конфігураційні регістри і регістри стану, мікросхема забезпечена конфігураційним постійним запам'ятовуючим пристроєм, що забезпечує завантаження логічної функції при включенні електроживлення, оперативний

пристрій, енергонезалежний електроперепрограмуєчий пристрій, енергонезалежний пристрій, забезпечений діод-конденсаторною схемою, що підтримує незалежне електроживлення енергонезалежного запам'ятовуючого пристрою протягом часу автозбереження, магістральні приймачі, призначені як для посилення зовнішніх сигналів, так і для посилення, розв'язки і / або перетворення внутрішніх сигналів.

Складені частини довготривалого запам'ятовуючого пристрою 6 об'єднані внутрішніми магістралями адреси і даних і сигналами управління.

Адаптер 7 вводу виводу призначений для вводу інформації з зовнішніх приладів і систем по трьом послідовним каналам і виводу інформації на зовнішні прилади і системи по одному послідовному каналу. Дані послідовні канали виконані відповідно з стандартом ARINC 429 (ГОСТ 18977-79).

Адаптер 7 вводу-виводу включає контролер системної магістралі 4 інформаційного обміну (контролер магістралі ISA), процесор, оперативний запам'ятовуючий пристрій, постійний запам'ятовуючий пристрій, вузол управління периферією, драйвери вводу-виводу послідовного коду ARINC 429 (ГОСТ 18977-79), драйвери вводу-виводу разових команд, перший і другий генератори тактових імпульсів 1 і 2, формувач сигналу «Справність».

Панель 8 розміщується на лицевій частині багатофункціонального бортового індикатора і складається з набору багатофункціональних кнопок, розміщених в обрамленні відеоіндикатора 1 по периметру інформаційного поля. Електрично кнопки організовані в матрицю.

Телевізійний відеоадаптер 9 містить вузол виділення синхросигналів, вузол прив'язки до «рівня чорного», перший вузол фазового автопідстроювання частоти, другий вузол фазового автопідстроювання частоти, третій вузол фазового автопідстроювання частоти, вузол обрізання строкових синхроімпульсів, приймач кольоророзподіленого телевізійного сигналу, комутатор відеосигналів, вузол регулювання яскравості, вузол регулювання контрастності, буферний підсилювач, підсилювач компенсації помилки сигналу, аналого-цифровий перетворювач, трьохсторінковий запам'ятовуючий пристрій, вузол управління.

Формувач 12 телевізійного сигналу забезпечує можливість запису поточного виду індикації на відеоіндикаторі 1 в реальному часі на реєструючий пристрій (наприклад на відеомагнітофон).

Формувач 12 телевізійного сигналу містить вузол управління, генератор синхросигналів, двохсторінковий оперативний запам'ятовуючий пристрій, цифроаналоговий перетворювач, перетворювач кольоророзподільного телевізійного сигналу в повний телевізійний сигнал, вихідний буферний підсилювач.

Пристрій 14 управління містить 4 вхідних підсилювача-нормалізатора, однокристалну електронну обчислювальну машину, канал комутації ланцюга обігрівача 16 відеоіндикатора 1, канал комутації ланцюгів першої нитки 23 розжарювання лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 і другої нитки 24 розжарювання лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1, канал комутації ланцюга винтилятора 15 примусового обдуву, вузол аварійного відключення обігрівача 16 відеоіндикатора 1, вузол аварійного відключення першої нитки 23

розжарювання лампи 13 підсвічування відеоіндикатора і другої нитки 24 накала лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1.

Вентилятор 15 примусового обдуву і обігрівач 16 відеоіндикатора 1 призначені для підтримання робочої температури відеоіндикатора 1.

Формувач 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора, а також забезпечення першої нитки 23 розжарювання і другої нитки 24 розжарювання регулюючими робочими напругами.

Основую формувача 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 являються два конвертора: високовольтний та низьковольтний. Обидва конвертора виконані по схемі півмостового перетворювача з резонансним навантаженням та трансформаторним виходом.

Низьковольтний конвертор має на виходах дві незалежні напруги розжарювання.

Перший датчик 18 температури призначений для вимірювання температури відеоіндикатора 1. Другий 19 датчик температури призначений для вимірювання температури лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1. Перший 20 датчик освітленості служить для вимірювання зовнішньої освітленості. Другий датчик 21 освітленості призначений для вимірювання освітленості, створеною лампою 13 підсвічування відеоіндикатора 1 (вимірювання яскравості лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1).

3.1.1 Принцип дії пристрою

Багатофункціональний бортовий індикатор працює наступним чином.

При включенні живлення і досягненні напругами живлення своїх робочих значень відбуваються початкове скидання, ініціалізація і самотестування електронно-обчислювальної машини 5, довготривалого запам'ятовуючого пристрою 6 і адаптера 7 вводу-виводу. Одночасно пристрій 14 управління на підставі інформації про температуру відеоіндикатора 1 і лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 відповідно від першого датчика 18 температури і другого датчика 19 температури створює сигнали управління вентилятором 15 примусового обдуву, обігрівачем 16 відеоіндикатора 1, а також сигнали управління розігрівом лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1, а формувач 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 виробляє відповідно до циклограми керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 і напруги, що подаються на першу нитку 23 розжарення лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 і другу нитку 24 розжарення лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1.

Коли відеоіндикатор 1 і лампа 13 підсвічування відеоіндикатора 1 приведені до робочого стану, пристрій 14 управління забезпечує стабілізацію температурного режиму відеоіндикатора 1 і лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1, а також забезпечує автоматичне регулювання яскравості відеоіндикатора 1 і лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 в залежності від зовнішньої освітленості (від даних першого датчика 20 освітленості) і заданих користувачем установок за допомогою регулятора 22 яскравості лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1.

Повний телевізійний сигнал, що надходить на вхід 25 повного телевізійного сигналу, і кольоророзподільний телевізійний сигнал, що надходить на вхід 26 кольоророзподіленого телевізійного сигналу, телевізійним відеоадаптером 9

перетворюються в цифрову форму і надходять на вхід відеографічного процесора 2. Яскравість і контрастність зображення, які передані цими сигналами, можуть бути відрегульовані за допомогою відповідного регулятора 10 яскравості і регулятора 11 контрастності. Відеографічний процесор 2 на підставі даних, що надходять з телевізійного адаптера 9, і даних, одержуваних з системної магістралі 4 інформаційного обміну з електронно-обчислювальної машини 5, а також завантаженої з електронно-обчислювальної машини 5 програми формує зображення, яке по магістралі 3 інформаційного обміну відеоданими передається в відеоіндикатор 1 і відображається на ньому. Електронно-обчислювальна машина 5 формує дані та програми для відеографічного процесора 2 на підставі даних, що вводяться з панелі 8 управління, даних, записаних в довгострокове пристрій 6, і даних від зовнішніх бортових приладів та систем, які одержуються за допомогою адаптера 7 вводу-виводу по першого, другого і третього послідовних каналів відповідно через вхід 27 першого послідовного каналу, вхід 28 другого послідовного каналу і вхід 29 третього послідовного каналу. Через вихід 30 послідовного каналу багатофункціональний індикатор може видавати дані і команди на зовнішні бортові прилади і системи (наприклад, видавати команди, що вводяться за допомогою панелі 8 управління).

Зображення яке передається по магістралі 3 інформаційного обміну відеоінформацією також поступає на вхід формувача 12 телевізійного сигналу, в якому з цифрової форми перетворюється в повний телевізійний сигнал і поступає на вихід 31 повного телевізійного сигналу.

Відеографічний процесор 2 працює наступним чином.

Контролер системної магістралі 4 інформаційного обміну, що містить магістральні приймачі і дешифратор, забезпечує доступ електронно-

обчислювальній машині 5 в режимі прямого доступу до пам'яті вбудованого в процесор відеографічного процесора 2 оперативному запам'ятовуючому пристрою. У цей оперативний пристрій електронно-обчислювальна машина 5 записує інформацію у вигляді графічних примітивів і інструкцій.

Відеографічний процесор 2 під управлінням програми, що знаходиться в його постійному запам'ятовуючому пристрої для зберігання програм, перетворює цю інформацію в графічний масив, який схемою управління записується в першу сторінку оперативного запам'ятовуючого пристрою. В цей же час відбувається зчитування масиву з другої сторінки запам'ятовуючого пристрою і формування сигналів магістралі 3 обміну відео, що утворюють один кадр. Після закінчення кадру відбувається перемикання і наступний кадр формується з першої сторінки запам'ятовуючого пристрою, а в цей же час друга сторінка запам'ятовуючого пристрою заповнюється новим масивом.

Оцифрований відеосигнал з телевізійного відеодаптера 9 поступає безпосередньо на схему управління без додаткової обробки процесором.

Сторожовий таймер знаходиться в пасивному стані при регулярному зверненні до нього зів сторони процесора. При тривалій відсутності звернень, тобто в випадку збою процесора, таймер формує сигнал рестарту процесора.

Електронно-обчислювальна машина 5 працює наступним чином.

При включенні і досягненні напругою електроживлення необхідних робочих рівнів монітор електроживлення формує імпульс початкового скидання.

Паралельно конфігураційний постійний запам'ятовуючий пристрій завантажує коди логічної функції в мікросхему інтегрального обрамлення. В межах імпульсу початкового скидання закінчується конфігурація мікросхеми, приведення її в початковий стан і ініціалізація регістрів інтегрованого контролера.

Після закінчення апаратної процедури початкового скидання процесор електронно-обчислювальної машини 5 починає вибірку кодів програми з вершини адресного простору (зони базової системи вводу-виводу). Ця програма містить процедури початкової програмної ініціалізації складових частин електронно-обчислювальної машини 5 відповідно до системи команд і функціонального призначення.

Два порти послідовних каналів (каналів RS-232) призначені для завантаження програмного забезпечення в електроперепрограмуєчу пам'ять електронно-обчислювальної машини 5.

Довготривалий пристрій 6 працює наступним чином.

При включенні живлення конфігураційний постійний запам'ятовуючий пристрій завантажує коди логічної функції в мікросхему інтегрального обрамлення, потім імпульс початкового скидання скидає її, і починається самоконтроль довготривалого запам'ятовуючого пристрою 6. Конфігурування мікросхеми і самоконтроль закінчуються в межах імпульсу початкового скидання.

Самоконтроль включає в себе наступну процедуру: внутрішній автомат намагається прочитати ідентифікатор з енергонезалежного електроперепрограмуєчого запам'ятовуючого пристрою. Кількість успішно прочитаних ідентифікаторів заноситься в спеціальний регістр обсягу пам'яті енергонезалежного електроперепрограмуєчого запам'ятовуючого пристрою.

Після закінчення апаратної процедури початкового скидання довготривалий запам'ятовуючий пристрій 6 готовий до роботи.

Адаптер 7 введення-виведення працює наступним чином.

Контролер системної магістралі 4 інформаційного обміну (контролер магістралі ISA) забезпечує доступ електронно-обчислювальної машини 5 до оперативного

запам'ятовуючого пристрою адаптера 7 вводу-виводу за допомогою звернень до виділених для адаптера 7 вводу-виводу адресів портів вводу-виводу системної магістралі 4 інформаційного обміну, а також програмування постійного пам'яті. Драйвери вводу-виводу послідовного коду і драйвери вводу-виводу разових команд забезпечують перетворення зовнішніх сигналів в вид, придатний для використання вузлом управління периферією, і навпаки.

Вузол управління периферією отримує управління від процесора адаптера 7 вводу-виводу і забезпечує необхідні логічні перетворення при передачі інформації, яка надходить ззовні, в процесор і, навпаки, з процесора - до вихідних драйверів.

Процесор адаптера 7 вводу-виводу під керуванням програми, що зберігається в постійному запам'ятовуючому пристрої, в міру надходження інформації від зовнішніх пристроїв зчитує її з вузла управління периферією, виконує її попередню обробку і запис в оперативний пристрій у вигляді масиву. А також формує циклограму видачі інформації в зовнішні пристрої. Вид циклограми визначається програмно.

Пристрій для формування сигналу "Справність" при регулярному зверненні до нього з боку процесора видає сигнал низького рівня, що характеризує справну роботу адаптера в цілому. При відсутності звернень, тобто при будь-якої несправності, не пізніше ніж через певний час сигнал знімається.

Перший і другий генератори тактових імпульсів забезпечують вузли адаптера 7 вводу-виводу синхросигналами.

Телевізійний відеоадаптер 9 працює наступним чином.

Поступаючий через перший вхід повний телевізійний сигнал надходить одночасно на входи вузла виділення синхросигналів і вузла прив'язки до "рівня чорного". З виходів вузла виділення синхросигналів синхросигнали надходять на вузол управління. Рядкові синхронізаційні імпульси також надходять на входи першого вузла фазового автопідстроювання частоти і другого вузла фазового автопідстроювання частоти, виходи яких з'єднані з вузлом управління. Який сигнал використовується вузлом управління (від першого вузла фазового автопідстроювання частоти або від другого вузла фазового автопідстроювання частоти), визначається тим, в якому одному з двох форматів надходить повний телевізійний сигнал. На вхід третього вузла фазового автопідстроювання частоти надходять рядкові синхронізаційні імпульси кольороподіленого телевізійного сигналу. Вихідний сигнал третього вузла фазового автопідстроювання частоти використовується вузлом управління при роботі з кольороподіленим телевізійним сигналом.

Вихідний сигнал вузла прив'язки до "рівня чорного" містить відеосигнал, "рівень чорного" якого еквівалентно потенціальний загальному сигнальному проводу телевізійного відеоадаптера 9, що необхідно для правильної оцифровки відеосигналу.

Вузол обрізання малих синхроімпульсів з відеосигналу прибирає синхроімпульси, що мають напругу негативної полярності. Це потрібно для правильної роботи аналого-цифрового перетворювача.

Сигнали кольороподіленого телевізійного сигналу, пройшовши через приймач кольороподіленого телевізійного сигналу, поступають на другий вхід комутатора сигналів; на його перший вхід надходить відеосигнал з вузла обрізання малих синхроімпульсів. Робочий напрямок комутатора (номер входу) призначається в залежності від обраного джерела відеоінформації за допомогою

команд і сигналів управління, що подаються на вузол управління від інших блоків багатофункціонального бортового індикатора.

Відеосигнал з комутатора сигналів, послідовно проходячи через регулятор яскравості, регулятор контрастності і буферний підсилювач, надходить на прямий вхід аналого-цифрового перетворювача. До інверсного входу аналого-цифрового перетворювача підключений вихід підсилювача компенсації помилки відеосигналу, викликаной наведеними на загальний провід перешкодами.

Вузол управління тактує роботу аналого-цифрового перетворювача і певним чином розподіляє інформацію парного і непарного напівкадрів в першу, другу і третю сторінки оперативного запам'ятовуючого пристрою. Режим читання з оперативного запам'ятовуючого пристрою організовується так, що на виході вузла управління формується інформація, характерна для прогресивного способу розгортки. Ця інформація призначена для відеографічного процесора. При видачі в відеографічний процесор 2 інформації каналу кольороподіленого телевізійного сигналу оперативний пристрій не використовуються.

Формувач 12 телевізійного сигналу працює наступним чином.

Вхідні цифрові дані відеозображення з магістралі 3 інформаційного обміну відео надходять у вузол управління, який записує кадр за кадром по черзі в першу і другу сторінки оперативного запам'ятовуючого пристрою в форматі прогресивної розгортки. Поки в одну сторінку оперативного запам'ятовуючого пристрою відбувається запис даних, з іншої сторінки оперативного пам'яті вузол управління зчитує дані в послідовності, що забезпечує формування черезрядкової розгортки, і подає їх на цифро-аналоговий перетворювач. З виходу цифро-аналогового перетворювача аналоговий кольороподільний телевізійний сигнал надходить на перетворювач в повний телевізійний сигнал.

Сигнал з перетворювача проходить через вихідний буферний підсилювач, що має необхідну навантажувальну здатність для роботи на довгій лінії зв'язку.

Пристрій 14 управління працює наступним чином.

На входи підсилювачів-нормалізаторів, виконаних на операційних підсилювачах, надходять сигнали від першого датчика 18, другого датчика 19 температури, першого датчика 20 освітленості, другого датчика 21 освітленості. Вихідні сигнали підсилювачів-нормалізаторів надходять на чотири входи комутатора вбудованого в однокристальну електронну обчислювальну машину аналого-цифрового перетворювача. На п'ятий вхід комутатора надходить сигнал з регулятора 22 яскравості лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1.

Однокристальна електронна обчислювальна машина в залежності від величини вхідних сигналів відповідно до закладених алгоритмів формує широтно-імпульсно-модульовані сигнали, що подаються на першу нитку 23 розжарення лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 і другу нитку 24 розжарення лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1, а також сигнали регулювання робочої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1, дискретні сигнали управління обігрівачем 16 відеоіндикатора 1 і вентилятором 15 примусового обдуву, трьохрозрядний код для підстроювання яскравості і кольоровості відеоіндикатора 1 в залежності від температури.

Послідовно з електронними силовими ключами ланцюгів обігрівача 16 відеоіндикатора 1, першої нитки 23 розжарення лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 і другої нитки 24 розжарення лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 включені нормально замкнуті контакти виконавчих електромагнітних реле вузлів аварійного відключення обігріву. На вхідні компаратори вузлів аварійного відключення надходять сигнали з виходів

підсилювачів-нормалізаторів сигналів першого датчика 18 температури і другого датчика 19 температури. При перегріві відеоіндикатора 1 лампи 13 підсвічування відеоіндикатора 1 (у разі відмови основних контурів регулювання температури від однокристальної електронної обчислювальної машини) сигнал на виході підсилювача-нормалізатора досягає порогу спрацьовування відповідного компаратора, компаратор спрацьовує, включає реле, яке розриває своїми контактами відповідний ланцюг обігріву. Таким чином відеоіндикатор 1 і лампа 13 підсвічування відеоіндикатора 1 вживають запобіжних засобів від виходу з ладу через надмірне нагрівання.

Формувач 17 керуючої напруги лампи 13 підсвічування відеоіндикатора працює наступним чином.

При включенні живлення високовольтний конвертор забезпечує вихідну напруга, необхідну для початку роботи лампи. Після початку роботи напруга знижується за рахунок слабкого магнітного зв'язку первинної і вторинної обмоток трансформатора до робочого номінального значення.

Пуск лампи відбувається по циклограмі (сценарієм пуску), яка визначає послідовність, час і величини які подаються на електроди лампи напружень. В процесі роботи при регулюванні яскравості забезпечується зміна робочої напруги і напруги розжарювання із забезпеченням заданих співвідношень. Для забезпечення зазначених вимог обидва конвертора мають входи управління, сигнали на яких дозволяють або забороняють роботу перетворювачів, дозволяючи регулювати середні значення вихідних напруг. Ці широтно-імпульсно-модульовані сигнали приходять на високовольтний конвертор і низьковольтний конвертор з пристрою 14 керування.

Таким чином запропонований багатофункціональний бортовий індикатор забезпечує відображення інформації відображення інформації яка поступає від

різних джерел інформації в різній формі (в формі повного телевізійного сигналу, в формі кольороподіленого телевізійного сигналу, в цифровій формі, яка поступає по послідовних каналах) в складних умовах експлуатації, при великому діапазоні температур та зовнішній освітленості.

3.2 Сегнетоелектрична рідкокристалічна дисплейна комірка.

В даний час рідкокристалічні (РК) дисплеї та просторові модулятори світла (ПМС) є наймасовішим типом таких приладів: тільки РК дисплеїв щорічно в світі виробляється близько одного мільярда примірників. Головним чином, в них використовуються рідкі кристали нематичного типу (НРК). Базою для створення цілої РК індустрії послужила висока ефективність електрооптичної модуляції світла в НРК (за рахунок великої величини зміни подвійного світлопереломлення) при низькій керуючій напрузі (одиниці вольт).

Для спостереження модуляції світла РК дисплейна комірка з НРК розміщується між схрещеними поляроїдами (поляризатором і аналізатором). Модуляційна характеристика плавна і в загальному випадку для різних електрооптичних ефектів підкоряється закону:

$$I = I_0 \cdot \sin^2(\Gamma/2), \quad (1)$$

Де I_0 і I – інтенсивність світла, відповідна падаюча на поляризатор та та яка пройшла за аналізатор, а $\Gamma = 2 \pi \cdot \Delta n \cdot d / \lambda$ - фазова затримка між звичайним і незвичайним променями, що визначається величиною зміни подвійного світлопереломлення Δn , товщиною шару НРК d і довжиною хвилі λ як модулюється. Така характеристика забезпечує хорошу передачу півтонів (шкали сірого), а разом з нею і кольорів. Часи переорієнтації молекул НРК в дисплейній

комірці і тим самим включення і виключення того чи іншого електрооптичного ефекту, який використовується для модуляції світла, описуються співвідношеннями:

$$\tau_{\text{вкл}} = 4\pi \gamma_1 d^2 / (\Delta\varepsilon \cdot U^2 - 4\pi^3 K), \quad (2)$$

$$\tau_{\text{викл}} = \gamma_1 d^2 / \pi^2 K, \quad (3)$$

де γ_1 - обертальна в'язкість; K - модуль пружності; $\Delta\varepsilon$ - анізотропія діелектричної проникності, що дорівнює різниці діелектричної проникності, виміряних вздовж довгої і короткої осей молекул відповідно; d - товщина шару РК; U - амплітуда прикладеної напруги.

Час електрооптичного відгуку на прикладену напругу $\tau_{\text{вкл}}$ становить одиниці-десятки мілісекунд і не залежить від знака напруги внаслідок квадратичної залежності від напруги всіх електрооптичних ефектів в НРК. Після вимкнення напруги молекули переорієнтуються назад в початковий стан під дією сили, викликаній пружною деформацією молекулярної структури шару НРК. Час $\tau_{\text{викл}}$ виключення (релаксації) не залежить від напруги; воно прямо пропорційне квадрату товщини шару РК, прямо пропорційне відношенню матеріальних параметрів γ_1/K і може варіюватися від сотень до одиниць мілісекунд. Цей час обмежує швидкодію НРК-дисплейних комірок і частоту відтворення кадрів НРК-дисплея на рівні 120-160 Гц.

Збільшення пружної сили, наприклад 270-градусна закрутка шару НРК в супер-твістових структурах, веде до меншого значення часу відгуку, але й до збільшення керуючої напруги до десяти і більше вольт. У той же час низьке значення прикладеної електричної напруги і потужності є важливою вимогою сумісності високочастотної адресації елементів дисплея з керуючими інтегральними схемами. Проблематично також виявилось використання підігріву НРК (для зменшення в'язкості) в дуже тонких НРК-комірках, де час включення-виключення основної частини відгуку вдалося зменшити до 1 мс при керуючій напрузі близько 5 В, але релаксаційна складова відгуку зберігається, і

виграш не є значним. Не виправдовуються і надії, які покладалися на використання так званої «блакитної фази», за допомогою якої частота зміни кадрів може бути доведена до 240 Гц. Цьому перешкоджають малий температурний інтервал існування «блакитної фази» (не більше 10°C), і висока керуюча напруга (перевищує 10 В). Як відомо, щоб уникнути сильного мерехтіння зображень на ТВ-екрані і зменшити змазування при спостереженні зображень, що швидко рухаються, частоту зміни кадрів підняли з 25 до 40-50 Гц, хоча з точки зору медичних показань, тобто комфортності спостереження змінюваних зображень, потрібно вдвічі більше. При досягненні в сучасних дисплеях частоти зміни кадрів $3 \times 40 = 120$ Гц стало можливим отримання більш яскравих кольорових зображень за рахунок послідовної в часі зміни кольорів (та ще при скороченні втричі числа дисплейних елементів), але сприйняття при частоті 40 Гц для кожного кольору не є комфортним. Те ж можна сказати щодо візуалізації 3Д стерео-зображень на екрані НРК-монітора, в кращому випадку реалізується при частій зміні складу 60-80 Гц для кожного ока.

Зі сказаного ясно, що повної відсутності мерехтінь зображень (тобто медичних протипоказань) при прогресивній технології послідовної в часі зміни кольорів і одночасно при тривимірному відображенні інформації можна домогтися при частій зміні складу кадрів на екрані не менше $90 \times 3 \times 2 = 540$ Гц, а ще краще (для живлення дисплея від 50-Гц електричної мережі) - на частоті 600 Гц, і фахівці розуміють це. Очевидно, що сучасні НРК-дисплеї істотно відстають за швидкодією від вимог не тільки завтрашнього, але вже і сьогоднішнього дня.

Відомо, що субмілісекундний електрооптичний відгук досягається в деяких смектичних РК (СРК), званих смектиками C^* ; вони мають сегнетоелектричні властивості і тому високу чутливість до дії електричного поля.

Рис. 3.2 - пояснює принцип модуляції світла електрооптичної комірки з СРК при додачі до неї електричного поля, для чого показує спіральну структуру СРК (Рис. 3.2 а) і взаємне розташування вектора спонтанної поляризації смектичним шаром і директора СРК (Рис. 3.2 б). Тут 1 - скляні підкладки, 2 - прозорі струмопровідні покриття, 3 - смектичні шари, 4 - генератор знакозмінної електричної напруги, 5 - поляризатор, 6 - аналізатор, n - директор СРК, P_s - вектор спонтанної поляризації, p_0 - крок гелікоїда, Θ_0 - кут нахилу молекул в смектичних шарах, φ - азимутальний кут орієнтації директора, I_0 і I - інтенсивності світла, що падає і пройшов через комірку з СРК, відповідно.

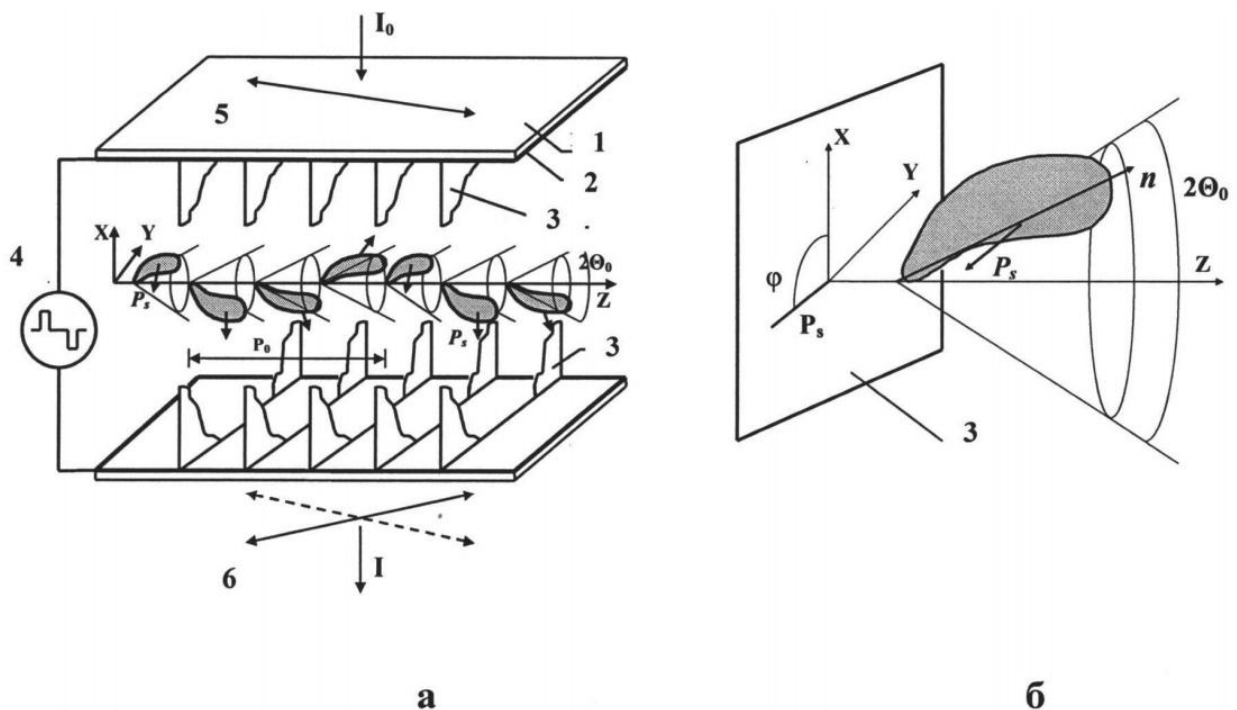


Рис. 3.2 - Гелікоїдальний СРК з планарною орієнтацією директора в електрооптичних комірках (а) і взаємне розташування вектора спонтанної поляризації смектичного шару і директора СРК (б).

Відмінною особливістю смектичних РК є періодична впорядкованість центрів мас молекул вздовж напрямку орієнтації їх довгих осей (директора) з періодом порядку довжини молекул - так звані смектичні шари (Рис. 3.2 а). За відсутності зовнішніх впливів полярні осі різних смектичних шарів повернені один відносно одного, так що утворюється гелікоїдна (спіральна) «закрутка» директора СРК. У кожному шарі положення директора визначається полярним кутом Θ_0 та азимутним кутом ϕ , який змінюється від 0 до 2π на відстані, рівному кроці гелікоїда p_0 (Рис. 3.2 а, б). Під дією електричного поля, прикладеного паралельно смектичним шарам 3 (вздовж координати x), вектор P_s у всіх шарах орієнтується у напрямку поля. Як наслідок цього, директор набуває один напрямок у всьому обсязі СРК, тобто гелікоїд як би розкручується. При зміні знаку поля вектор P_s переорієнтується на 180° , так що довгі осі молекул розгортаються по конусу з розчином $2\Theta_0$, приводячи до зміни кута ϕ на 180° . Переорієнтація директора, напрямок якого однозначно визначає головну оптичну вісь еліпсоїда показників заломлення СРК, призводить до зміни кута між площиною поляризації падаючого світла I_0 (світло поширюється вздовж координати x) і головною оптичною віссю еліпсоїда, що означає модуляцію фазової затримки між звичайним і незвичайним променями, або модуляцію інтенсивності світла, якщо електрооптична комірка знаходиться між схрещеними поляризаторами 5 і 6.

На відміну від НРК, електрооптичний ефект в спіральному СРК лине по полю, і оскільки СРК реагує на знак прикладеної електричної напруги, то час включення і час вимкнення оптичного відгуку тут однакові і пропорційні:

$$\tau_R \sim \gamma_\phi / P_s \cdot E, \quad (4)$$

де γ_ϕ - обертальна в'язкість СНК, P_s - спонтанна поляризація і E - напруженість електричного поля. Інакше, повернення до вихідного стану здійснюється в СРК імпульсом зворотної полярності, тобто примусово, а не в результаті релаксації

(за рахунок пружних сил), як в НРК. Тому оптичний відклик при включенні-виключенні є симетричним в часі і дуже коротким, особливо при малій в'язкості і великий спонтанній поляризації СРК.

Для відомого електрооптичного ефекту Кларка-Лагерволла, що реалізується в тонких (1-2 мкм) шарах гелікоїдального СРК, взаємодія молекул з поверхнею призводить до бістабільності режиму перемикання (півтони відсутні), через що його застосування обмежені, незважаючи на можливість модулювати світло з частотою в кілька кГц при відносно малій керуючій напрузі ($3 \cdot 10^6$ В). Тому півтони (шкалу сірого) і кольору стали організовувати за допомогою електроніки, розмінюючи частоту широтно-імпульсної модуляції на число градацій (в бітах). Електронною базою для цього стали так звані кремнієві керуючі структури LCoS (від Liquid Crystal on Silicon), розроблені для мікро-дисплеїв на основі НРК, що знайшли широке застосування в шоломних дисплеях, різного типу відеопроєкторах і смарт-приладах. Мікро-дисплей на основі такої структури з сегнетоелектричним (Ferroelectric) РК, що отримали назву FLCoS, здатні відображати кольорові ТВ зображення високої чіткості з набагато більшою, ніж LCoS, швидкістю зміни кадрів, але все ж вона не перевищує 360 1/с.

Для іншого відомого електрооптичного ефекту деформації гелікоїда електричним полем (DNF-ефекту, від Deformed Helix Ferroelectric), що реалізується спочатку у відносно товстих (одиниці і десятки мкм) шарах СРК, можлива модуляція світла з частотою в декілька кГц, але керуюча напруга порядку десятка Вольт, гістерезисний характер перемикання оптичних властивостей і малий оптичний контраст довгий час перешкоджали використанню ефекту. Згодом в DNF-комірках вдалося отримати безгістерезисну модуляційну характеристику і реалізувати фазову ($0-2\pi$) модуляцію світла з частотою до 2 кГц при керуючій напрузі до ± 32 В. Така рідкокристалічна дисплейна DNF-комірка з швидким електрооптичним

відгуком і безперервною шкалою сірого описана в патентній заявці США №61/344,070 і є одним з аналогів.

Найбільш близьким до заявленого винаходу (прототипу) є сегнетоелектрична РК дисплейна комірка, виконана за патентом РФ №2430393. Винахід вирішував завдання створення дисплейної комірки з спіральним СРК, що володіє безгістерезисною модуляційною характеристикою з безперервною шкалою сірого і дозволяє здійснювати модуляцію світла з частотою в 2 кГц при адресації комірки знакозмінними імпульсами амплітудою до ± 3 В (за рівнем максимальної зміни інтенсивності світла, що модулюється), при малому енергоспоживанні внаслідок низької прикладеної напруги.

Сегнетоелектрична РК дисплейна комірка, описана в патенті РФ №2430393, забезпечує при досить малій керуючій напрузі (± 3 В) високу (2 кГц) частоту амплітудно-фазової модуляції світла з безперервною і безгістерезисною модуляційною характеристикою. Однак, в ній:

- для зменшення часу відгуку згідно (4) використовується гелікоїдальний СРК з досить високим значенням спонтанної поляризації (до 100 нКл/см², що збільшує напругу насичення і, відповідно, ту мінімальну напругу, на якій може працювати СРК-комірка,

- деформація гелікоїдальної структури шару СРК при зміні прикладеної електричної напруги сприяє створенню розсіюючих світло центрів і тим самим призводить до зменшення оптичного контрасту.

Завданням що вирішується у запропонованій сегнетоелектричній РК дисплейній комірці, є отримання в комірці безперервної безгістерезисної модуляційної характеристики, що дозволяє здійснювати модуляцію світла з частотою в 3,5 кГц при адресації комірки знакозмінними імпульсами амплітудою всього $\pm 1,5$ В (за рівнем максимальної зміни інтенсивності світла що модулюється), при меншому енергоспоживанні внаслідок зменшення вдвічі величини прикладеної

напруги, що більш прийнятно для високочастотних керуючих кремнієвих інтегральних схем (IC), без деформації спіральної структури внаслідок відсутності такої і з цієї ж причини з найкращим оптичним контрастом. Тим самим завдання зводиться до створення РК сегнетоелектричної дисплейної комірки, вільної від недоліків, зазначених вище для сегнетоелектричної РК дисплейної комірки, виготовленої за патентом РФ №2430393 на основі гелікоїдального СРК.

3.2.1 Будова та принцип роботи сегнетоелектричної РК дисплейної комірки

Вирішення зазначеної задачі забезпечується тим, що в відомій сегнетоелектричній РК дисплейній комірці (Рис.3.3), що містить дві паралельно розташовані діелектричні пластини 1, по крайній мірі, одна з яких прозора, а на внутрішні сторони яких нанесені струмопровідні покриття 2, по крайній мірі, одне з яких прозоре, з'єднані з генератором знакозмінної електричної напруги 4, діелектричне покриття 7, яке наноситься поверх одного або обох струмопровідних поверхностей і служить для захисту комірки від електричного замикання і пробоя, прозоре анізотропне покриття 8, що задає початкову орієнтацію молекул рідкого кристала за відсутності зовнішнього електричного поля, нанесене принаймні на одне діелектричне покриття 7, сегнетоелектричний рідкий кристал 9, заповнює простір між анізотропними покриттями 8, що змінює свою оптичну анізотропію під впливом електричного поля, новим є те, що сегнетоелектричний рідкий кристал обраний негелікоїдальним, тобто з хвильовим вектором гелікоїда $q_0 = 2\pi / p_0$, які прагнуть до нуля, і в ньому величини обертальної в'язкості, спонтанної поляризації і модуля пружності, що визначає деформацію вздовж смектичних шарів, знаходяться між собою в певному співвідношенні, а саме: величина обертальної в'язкості γ_ϕ знаходиться в

інтервалі $0,3 < \gamma_{\phi} < 1,0\text{П}$, величина спонтанної поляризації P_s не перевищує 50 нКл/см^2 , а значення модуля пружності K , що визначає деформацію вздовж смектичних шарів, знаходиться в інтервалі $(1-3) \cdot 10^{12} \text{ Н}$.

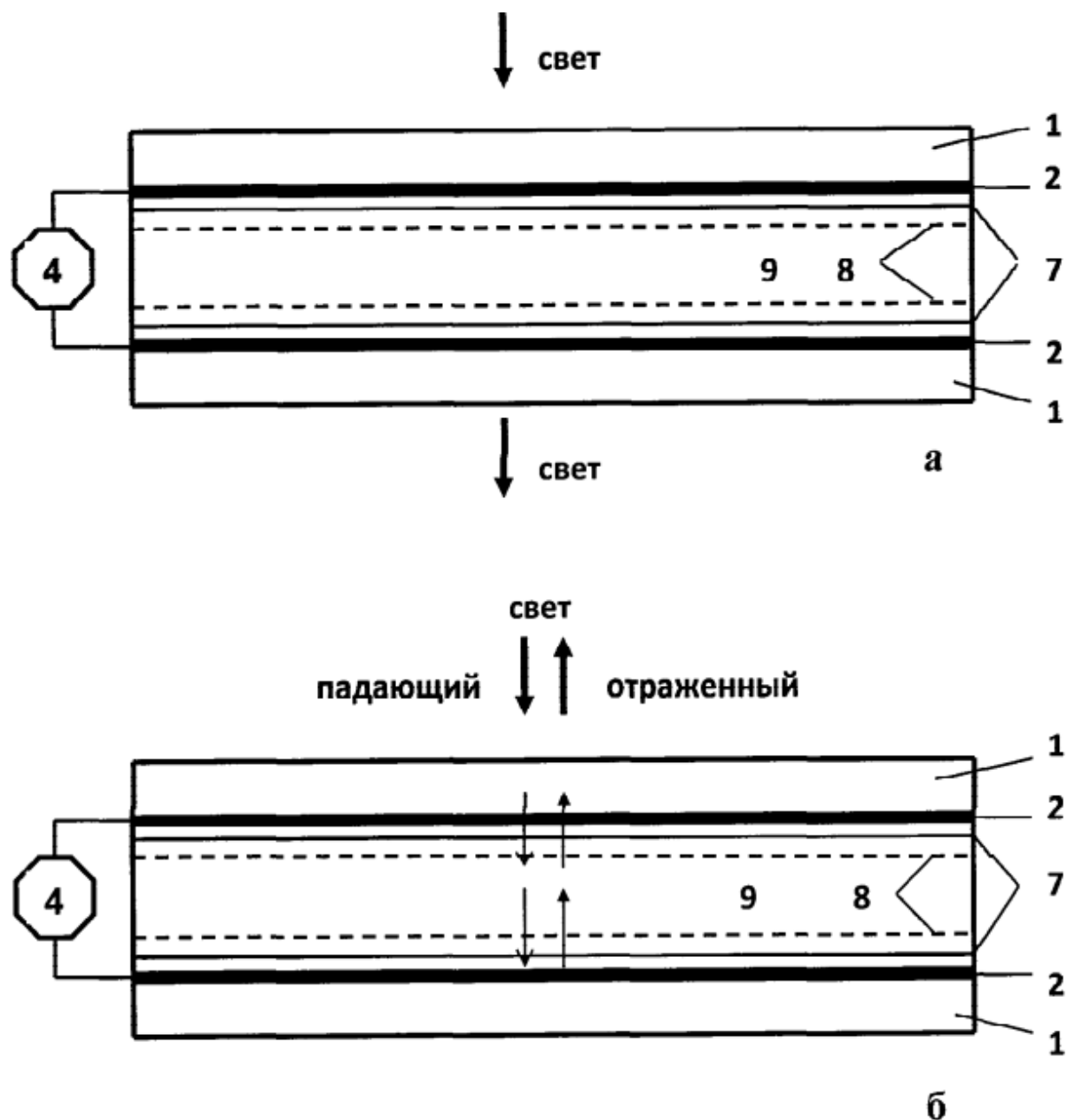


Рис. 3.3 - принципова конструкція сегнетоелектричної РК дисплейної комірки «пропускаючого» (а) і «відбиваючого» (б) типу

Виконання зазначеного співвідношення забезпечує в шарі негелікоїдального СРК компенсацію об'ємного заряду, створюваного спонтанною поляризацією, і призводить до утворення в ньому за відсутності електричного поля періодичних деформацій смектичних шарів. При додатку керуючого знакозмінного електричного поля періодичні деформації є фізичною причиною зміни показника подвійного променезаломлення і його характерною залежністю від частоти зміни поля. Цим негелікоїдальні СРК відрізняються від гелікоїдальних, в яких зміна показника подвійного променезаломлення пов'язано з деформацією (без зміни кроку) гелікоїда в електричному полі.

Наявність просторових періодичних деформацій в негелікоїдальному СРК означає (Рис. 3.4), що в смектичних шарах 3 молекули СРК, початково нахилені на кут Θ_0 щодо нормалі до шару в даній точці, додатково відхиляються на деякий кут ψ щодо осі z . Внаслідок цього, змінюється проекція директора на площину x . Знакозмінне електричне поле E , прикладене уздовж координати x , взаємодіючи зі спонтанною поляризацією P_s , змінює розподіл кута ψ , що відображає деформацію смектичних шарів. Фізично це означає зміну типу дисипації енергії і перехід характеризуючих її коефіцієнтів від γ_ϕ до γ_ψ .

Розвиток цього процесу призводить до появи солітону, який являє собою хвильовий пакет з локалізованою в ньому періодичної хвилею (по суті, цуг солітонів). Швидкість руху центру солітону визначається як:

$$V = \frac{\Theta_0}{\gamma_\phi} (2K (P_s E \cos\phi_0 + M) - (2K / d\Theta_0)^2)^{1/2}, \quad (5)$$

де K - коефіцієнт пружності, що описує деформацію директора по куту ψ , γ_ϕ - зсувна в'язкість СРК, M - енергія вигину смектичних шарів, ϕ_0 - початковий азимутальний кут орієнтації директора.

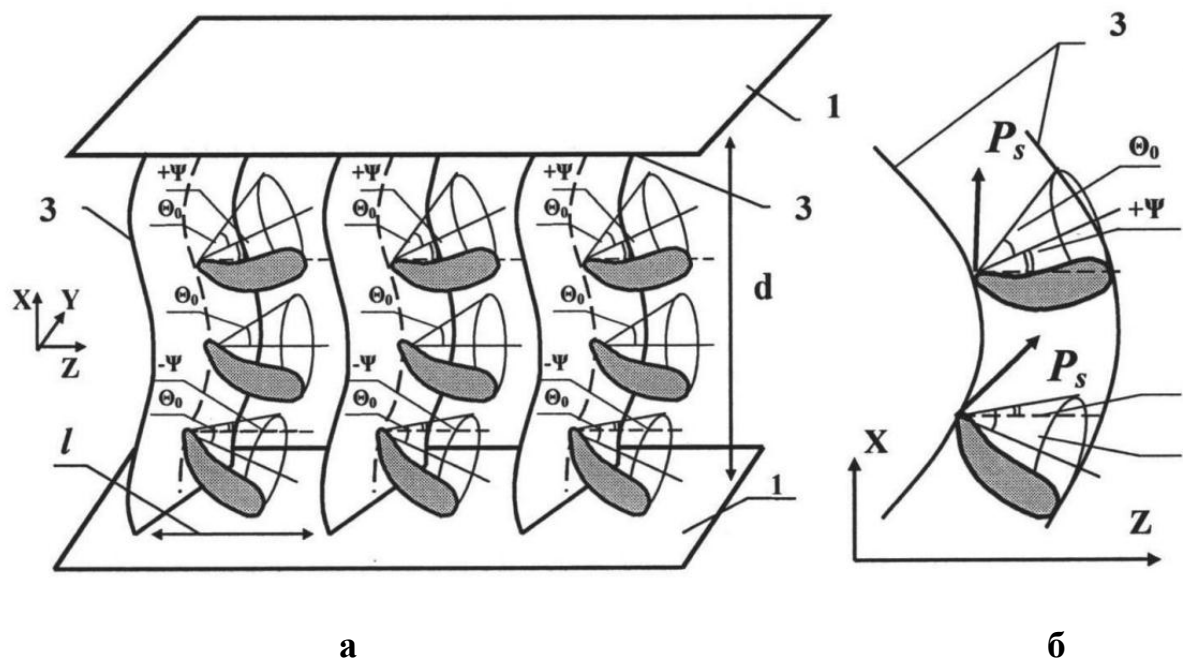


Рис. 3.4 - деформація смектичних шарів в негелікоїдальному СРК з планарною орієнтацією директора: загальна картина (а) і фрагмент (б).

Якщо значення γ_ϕ нижче $0,3 \Pi$, то при збільшенні частоти модуляції зсувна в'язкість γ_ψ не досягається, і солітонний механізм орієнтації директора СРК не реалізується, а при $> 1,0 \Pi$ значно збільшується час оптичного відгуку не тільки на малих, але і на великих частотах, коли відповідальною за дисипацію енергії стає зсувна в'язкість γ_ϕ . При збільшенні значення спонтанної поляризації вище значення 50 нКл/см^2 підвищується напруга насичення і, отже, робоча напруга СРК-комірки. Нарешті, значення $(1-3) \cdot 10^{-12}$ для модуля пружності K характеризуючого інтервал, в якому смектичні шари стійкі і в той же час податливі до утворення періодичних просторових деформацій під час відсутності електричного поля.

Таким чином, сутність запропонованого винаходу полягає в створенні в сегнетоелектричній РК дисплейній комірці умов, які призводять до періодичних змін положення директора (еліпсоїда показників заломлення) уздовж кожного

сметичного шару. Для цього спіральна закрутка директора в об'ємі в СРК повинна обов'язково бути відсутньою (придушуватися), що забезпечується додаванням до вихідної нехіральної сметичної матриці С оптично активних (хіральних) компонентів з протилежними знаками оптичної активності до повного погашення (компенсації) оптичної активності СРК. Технічним результатом запропонованого винаходу є створення сегнетоелектричної РК-комірки з негелікоїдальним СРК, в якому певне співвідношення величини обертальної в'язкості, спонтанної поляризації і модуля пружності СРК забезпечують безперервну безгістерезисну модуляційну характеристику при адресації комірки знакозмінними імпульсами амплітудою до $\pm 1,5$ В, частоту модуляції світла в кілька кілогерц і менше енергоспоживання в порівнянні з прототипом.

У першому варіанті технічного рішення розглядається РК-комірка, що здійснює модуляцію світла при його одноразовому, в одному напрямку, проходженні через комірку (Рис. 3.3 а). У другому варіанті технічні завдання вирішуються тим же принциповим шляхом, на відміну від першого варіанта (комірка, що працює на просвіт) полягає лише у виконанні одного з струмопровідних покриттів що буде відображати (Рис. 3.3 б), що характерно для осередків відбивної типу.

При цьому товщина шару СРК обрана в інтервалі 0,9 - 1,4 мкм, щоб задовольнити умові ахроматичного пропускання світла коміркою в діапазоні довжини хвиль світла, яке модулюється в комірці, що пропускає або відбиває світло. Крім того, діелектричне покриття може межувати з шаром СРК тільки з одного боку.

Переваги запропонованої сегнетоелектричної РК дисплейної комірки реалізуються за рахунок вибору СРК з компенсованим гелікоїдом і знаходяться в певному співвідношенні величинами обертальної в'язкості, спонтанної поляризації і модуля пружності СРК.

Головними перевагами запропонованої сегнетоелектричної РК дисплейної комірки в порівнянні з прототипом в результаті є: зменшення керуючої знакозмінної електричної напруги для адресації комірки до $\pm 1,5$ В (тобто, вдвічі за рівнем максимальної зміни інтенсивності світла що модулюється), що більш прийнятно для високочастотних адресуючих інтегральних схем, а також більш стабільна і з великим оптичним контрастом модуляція світла внаслідок відсутності сегнетоелектричних доменів і спіральної структури, а значить, і її деформації. При цьому з рівня техніки невідомо, що в сегнетоелектричній РК дисплейній комірці всіх перерахованих переваг можна домогтися за рахунок вибору матеріальних параметрів СРК з компенсованим гелікоїдом.

Для поліпшення характеристик модуляції світла в сегнетоелектричній РК дисплейній комірці можна окремо або в сукупності використовувати зміну складу рідкокристалічної речовини, зміну режиму управління коміркою, видозміна конструкції комірки і т. д. Наприклад, в ній можливе використання полімерно-рідкокристалічних шарів; діелектричні пластини (підкладки) можуть бути виконані у вигляді тонких і гнучких плівок; одна з діелектричних пластин (підкладок) може бути взагалі виключена, а відображаюче струмопровідне покриття в цьому випадку може бути виконано на кремнієвій пластині, в якій формується керуюча інтегральна схема.

Таким чином, використання сегнетоелектричної РК дисплейної комірки забезпечує в ній безперервну безгістерезисну модуляційну характеристику при управлінні знакозмінними імпульсами напругою до $\pm 1,5$ В на частотах модуляції світла в кілька кілогерц, менше в порівнянні з прототипом енергоспоживання і кращий оптичний контраст, причому ці результати, як і відмінні ознаки винаходу (відсутність гелікоїда в СРК і співвідношення матеріальних параметрів) є істотними.

Висновки

Запропонований багатофункціональний бортовий індикатор з покращеними рідкокристалічними дисплеями має ряд переваг над існуючими прототипами: Відображення інформації яка поступає від різних джерел в різній формі (в формі повного телевізійного сигналу, в формі цифрових сигналів, які поступають по послідовним каналам) в тяжких умовах експлуатації (при високому діапазоні температур та зовнішньої освітленості).

РОЗДІЛ 4 Розробка прототипу AMOLED дисплею з використанням органічних світлодіодів (O-LED) для відображення інформації.

4.1 Загальні відомості та опис прототипу

Представлений в цьому розділі прототип є піксельною структурою для використання на дисплеї з використанням органічних світлодіодів (O-LED).

Даний винахід в цілому стосується піксельних структур і, більш конкретно, даний винахід відноситься до піксельної структури, що має три режими роботи, конфігуровані з органічними світлодіодами (O-LED).

Кожна піксельна структура загального масиву включає органічний світлодіод (O-LED). Крім того, структура включає схему, що дозволяє їй працювати в трьох основних режимах: режим вибору запису, режим скасування виділення та режим освітлення. Отже, прототип включає схему для забезпечення того, щоб піксельна структура була вибрана таким чином, що дані можуть бути записані в піксельну структуру, зазначені дані, що представляють запрограмований поточний рівень, повинні бути застосовані до O-LED; схему для того, щоб скасувати вибір піксельної структури, коли в піксельній структурі в іншому рядку записані дані; і схеми для подання запрограмованого рівня струму на OLED, що призводить до того, що O-LED загоряється.

Кафедра авіоніки				НАУ 08 22 26 000 ПЗ			
Виконав	Блакита В.О			РОЗДІЛ 4	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Ситнянських Л.М						
Консульт.							
Н-контр.	Левківський В.В						
Зав. каф.	Павлова С.В.						
					6.051103 «Авіоніка»		

4.1.1 Передумови та актуальність дослідження

Дисплейна технологія охоплює всі аспекти сучасного життя, починаючи від телевізорів, закінчуючи авіаційними приладовими панелями. В даний час електронно-променеві трубки (ЕЛТ) домінують у програмах відображення в розмірі дисплея 10-40 дюймів (по діагоналі). Однак ЕЛТ мають багато недоліків, включаючи висоту, відсутність міцності, вартість та необхідність дуже високої напруги при русі.

Нещодавно пасивно-матричні рідкокристалічні дисплеї (РК-дисплеї) та рідкокристалічні дисплеї з активною матрицею (AMLCD) стали домінуючими в середньочастотних дисплеях завдяки їх використанню в ноутбуках. Для менших розмірів пікселів, а також для великих проекційних дисплеїв, AMLCD стає все більш важливим. Однак основним недоліком AMLCD є вимога до підсвічування, яке значно збільшує розмір і вагу дисплея. Це також призводить до зниження ефективності, оскільки заднє підсвічування постійно застосовується навіть для пікселів у вимкненому стані.

Інший підхід - це деформований дзеркальний дисплей (DMD), заснований на монокристалічній кремнієвій технології. У цьому підході мікрооброблена дзеркальна структура орієнтована як у відбивному, так і в дисперсійному режимі, залежно від того, чи записано логіку "1" або логіку "0" у відповідну комірку. Дисплеї DMD повинні працювати в світловідбиваючому режимі, отже, оптика є більш складною і не такою компактною чи ефективною, як пропускаючі або емісійні дисплеї. Крім того, як і AMLCD, DMD потребують зовнішнього джерела світла, отже, вони більші та менш ефективні, ніж самоемітуючі дисплеї.

Дисплеї з автоелектронною емісією (FED) також можуть розглядатися для широкого використання. Однак FED мають багато недоліків, пов'язаних з ЕЛТ,

зокрема необхідність катодних напруг понад 100 вольт та відповідну вимогу щодо того, щоб тонкоплівкові транзистори (TFT) мали низький струм витoku. FED мають відносно меншу загальну світлову ефективність через знижену ефективність люмінофорів "нижчої напруги" та використання високовольтних контрольних напруг.

Нарешті, інший тип дисплея, активний матричний світлодіод (AMEL), випромінює світло, пропускаючи струм через світловипромінюючий матеріал. У випадку EL, змінний струм (АС) пропускається через неорганічний матеріал, що випромінює світло (наприклад, PN-перехід утворюється з неорганічного напівпровідникового матеріалу, такого як арсенід кремнію або галію. Неорганічний матеріал, що випромінює світло, влаштований так, що діелектрики Внаслідок існування діелектриків для формування достатньої кількості світла з випромінювального матеріалу потрібні відносно високі напруги. Відносно високі напруги зазвичай становлять 100-200 вольт.

Використання змінної напруги та інших факторів обмежує ефективність загального дисплея.

Крім того, що стосується стабільності неорганічних світлодіодних дисплеїв, яскравість матеріалу, що випромінює, насичується прикладеною напругою після швидкого переходу з вимкненого на включений. Якщо дисплей працює в режимі "повністю увімкнено" та "повністю вимкнено", будь-яке зміщення перехідної напруги з часом має лише мінімальний вплив на яскравість.

Отже відповідно до всіх заявлених недоліків заявлених вище типів дисплеїв постає питання кращого типу дисплея, який буде вимагати менше

напруги, буде більш ефективним і, як правило, більш вигідним для використання в салоні літака.

4.1.2 Переваги AMOLED диспеїв над РК (рідко-кристалічними) дисплеями

Порівняно з тонкоплівковими транзисторними рідкокристалічними дисплеями (РК-дисплеями), основними перевагами AMOLED технології є:

- споживання енергії повністю залежить від яскравості зображення на екрані, тому при відображенні темних тонів споживання енергії є низьким, але якщо тони на екрані переважно світлі, то споживання енергії такого екрану набагато вище, ніж в РК-дисплеї.
- здатність відтворювати велику кольорову гаму (на 32% більше фізичної межі рідкокристалічних матриць Super IPS).
- значно коротший час відгуку (приблизно 0,01 мс проти мінімальних 2 мс для матриці TN).
- повні кути огляду вертикально та горизонтально, близько 180 градусів із абсолютним збереженням яскравості, кольору та контрасту зображення (трохи гірше, ніж у ЕПТ-моніторів).
- менша товщина екрану (на підсвічування не витрачається простір).
- висока контрастність (чорний колір насправді чорний, оскільки пікселі в цій області взагалі не випромінюють світла).

4.2 Детальний опис винаходу та принцип дії

Кращою альтернативою технологіям відображення, описаним вище, є активна матриця з органічним світлодіодом (AMOLED). У випадку дисплеїв AMOLED для формування світлодіода використовується органічний, а не неорганічний матеріал. Приклади використання органічного матеріалу для формування світлодіода містяться в патенті США. 5,142,343 та патент США 5,408,109, (джерела). Зразковий варіант втілення O-LED, що використовується з цим винаходом, докладно описаний нижче (рис 4.1).

Коротко кажучи, для O-LED постійний струм пропускається через органічний діодний матеріал для генерації світла. Проведення відбувається в прямому напрямку. В результаті експериментів було встановлено, що напруга, необхідна для випромінюючого світло матеріал для випромінювання заданого рівня світла, збільшується з часом, отже, перехідна напруга від "вимкненого" до "ввімкненого" зростає з часом без істотного насичення. Однак було також встановлено, що заданий рівень освітленості (яскравість) є відносно стабільним при струмі, який проходить через органічний діодний матеріал. Крім того, оскільки порогова напруга чутлива до обробки, фіксовані, малі рівні напруги приводу можуть бути неефективними через різницю в процесі виробництва O-LED.

Даний винахід включає конфігурацію O-LED пікселів, яка програмована струмом і не залежить ні від зсуву перехідної напруги пікселя, ні від зміщення порогової напруги транзистора.

Методика цього винаходу включає окреме, програмоване цифровим джерелом струму для кожного рядка стовпця піксельного масиву. Для кожного

пікселя першого зразкового втілення цього винаходу передбачені дві лінії даних, D1 і D2, а також дві виділені лінії, S1 і S2. Поєднання даних та рядків виділення забезпечує багаторежимну роботу пікселя, включаючи режим вибору запису, режим скасування виділення запису та режим освітлення. Для реалізації кожного з режимів два транзистори та конденсатор оперативно налаштовані за допомогою пікселя O-LED та даних та вибору рядків. Деталі конфігурації пікселів O-LED та режими роботи описані нижче з посиланням на малюнки. Хоча типовий варіант здійснення цього винаходу описаний у поєднанні з O-світлодіодом, також передбачається, що даний винахід може бути використаний з іншими подібними елементами відображення, такими як світлодіод.

У випадку дисплеїв AMOLED постійний струм пропускається через діодний матеріал для генерації світла. Було виявлено, що напруга, необхідна для випромінювання даного рівня світла, збільшується з часом, і, отже, напруга переходу від "вимкненого" до "увімкненого" зростає з часом без істотного насичення. Однак також було встановлено, що даний рівень освітленості (яскравість) є відносно стабільним зі струмом, який проходить через світловипромінюючий матеріал. З цієї причини бажана піксельна конструкція подає постійний струм на випромінюючий матеріал і може бути запрограмована на певний струм, а не на конкретну напругу, як це відбувається у звичайних дисплеїв AMEL, для випромінювання заданої яскравості.

Зразковий варіант здійснення винаходу

Перш ніж детально описати техніку керування пікселями, описана структура O-LED. Важливою особливістю цього винаходу є той факт, що O-LED матеріали досягають логічної h яскравості при низьких напругах приводу. Крім того, поточна природа приводу матеріалу O-LED значно зменшує потребу

струму витоку на приводному транзисторі з активною матрицею, отже, даний винахід підходить для скляних підкладок з низькою вартістю. О-світлодіоди, що використовуються у цьому винаході, зазвичай починають випромінювати світло приблизно з 2-10 вольт.

Як правило, процес формування загального дисплея за допомогою світлодіодів О включає кілька етапів:

- 1) формування полікремнієвої схеми з активною матрицею;
- 2) інтегрування матеріалу О-LED із масивом активної матриці;
- 3) інтеграція кольорових жалюзі (для кольорових дисплеїв); і
- 4) складання та випробування готової панелі.

Як згадувалося вище, першим кроком у зразковому процесі виготовлення є формування схеми з активною матрицею. Для цього винаходу використовується полікремнієвий тонкоплівковий транзистор (TFT). Потрібна схема, яка повинна бути сформована, докладно описана нижче з посиланням на (Рис 4.2 і 4.4)

Другий етап у процесі включає нанесення світлодіодних матеріалів на масив активної матриці.

На Рис 4.1 зображено прикладну ілюстрацію виготовлення О-LED, придатного для використання з цим винаходом. Посилаючись на Рис. 4.1, по-перше, прозорий провідний електрод, такий як оксид олова індію (ІТО), осідає і

має малюнок. Далі слідує осідання шару, що транспортує отвори, легованого випромінювального шару та опорного шару AlO_3 . Масив доповнюється осадженням верхнього електрода MgAg , що призводить до "штабеля" O-LED, показаного на Рис 4.1

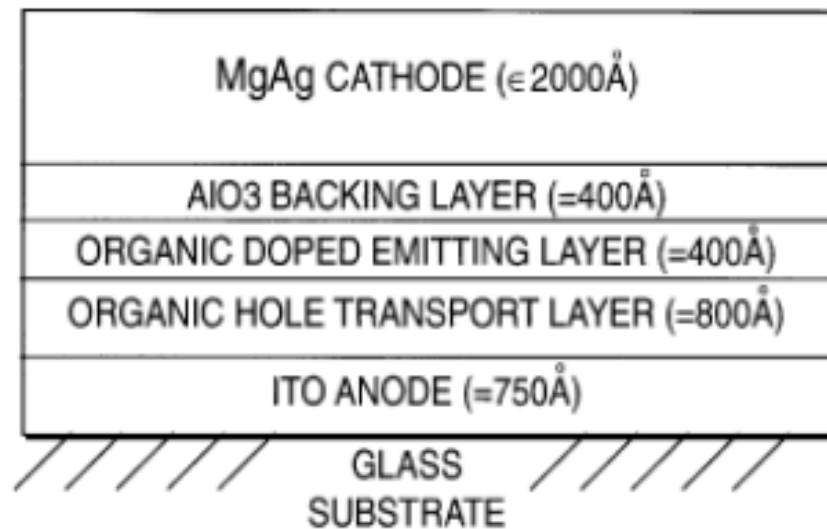


Рис 4.1 *Схема виготовлення дисплея, що включає матеріал з органічних світлодіодів (O-LED), придатний для використання з цим винаходом.*

Нарешті, дисплей упакований і протестований. Хоча це не показано, упаковка містить механічну опору для дисплея, засіб для надійного підключення до зовнішньої електроніки та пасивації шинелі.

O-світлодіоди продемонстрували надзвичайну ефективність. Світлова ефективність досягає 15 л / мас. Значення яскравості 2000 кд / м² були досягнуті при робочій напрузі нижче 10 вольт і щільності струму 20 ма / см. Порядки величини вищої яскравості вимірювались при вищих щільностях струму.

На Рис 4.2 зображено принципову схему першого зразкового варіанту здійснення піксельної структури O-LED у відповідності з цим винаходом. Оскільки передбачається, що кожна піксельна структура в даному масиві пікселів (наприклад, 1024 × 1280) однакова, описана лише одна піксельна

структура. Конфігурація пікселів, показана на Рис 4.2 є програмованим струмом і не залежить ні від зсуву напруги переходу O-LED, ні від зсуву порогової напруги транзистора.

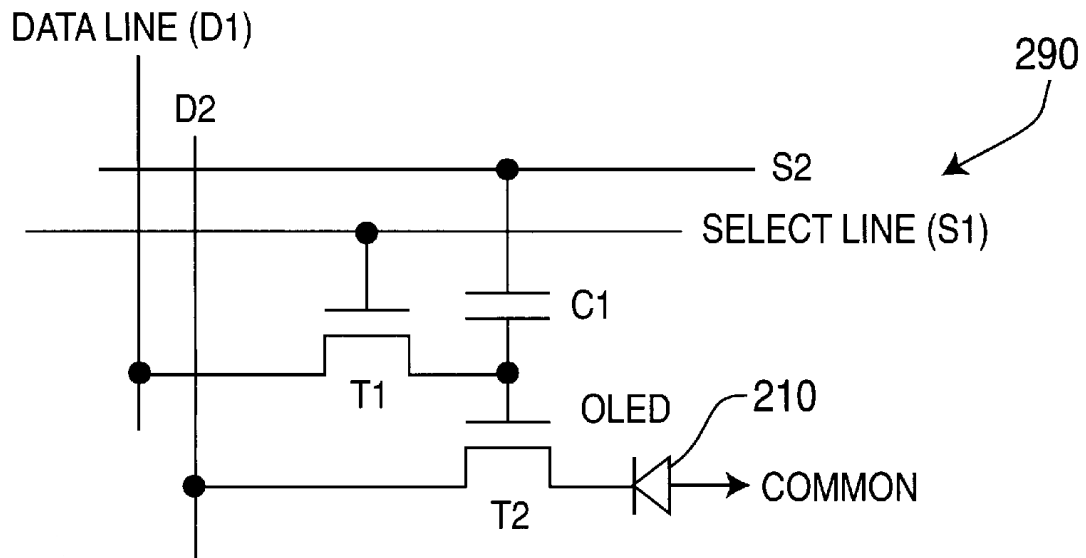


Рис 4.2 Принципова схема першого зразкового втілення піксельної структури O-LED

Як показано на Рис 4.2, структура 200 пікселів містить O-LED 210, два транзистори, T1 і T2, дві лінії, що проходять у напрямку даних, D1 і D2, і дві лінії, що працюють у вибраному напрямку, S1 і S2. Крім того, піксельна структура 200 включає конденсатор C1. У зразковому варіанті здійснення кожен транзистор включає джерело, затвор і сток та відповідні електроди.

Зокрема, електроди джерела першого транзистора T1 підключені до лінії напруги даних D1. Джерело електродів другого транзистора T2 підключений до лінії струму даних D2. Електрод затвора першого транзистора T1 підключений до першої виділеної лінії S1. Електрод затвора другого транзистора T2 з'єднаний з другою лінією S2 вибору за допомогою конденсатора C1. Зливний

електрод першого транзистора T1 підключений до затворного електрода другого транзистора T2, а також до накопичувального конденсатора (C1).

Як згадувалося вище, поєднання даних та рядків виділення забезпечує багаторежимну роботу пікселя 200, включаючи режим вибору запису, режим скасування виділення запису та режим освітлення.

Кожен з режимів описаний нижче з посиланням на Рис. 4.2 і 4.3, де на Рис.4.3 показано часову діаграму для зразкових режимів роботи, що використовуються з пікселем O-LED на Рис. 4.2.

Переходячи спочатку до режиму вибору запису, щоб записати заздалегідь заданий поточний рівень (II) і, отже, рівень яскравості в піксель, транзистор T1 включається за допомогою лінії S1 вибору. Отже, напруга на першій лінії передачі даних D1 подається через транзистор T1 на затвор транзистора T2. У міру збільшення напруги, яка подається на затвор транзистора T2, транзистор T2 включається, і його внутрішній опір постійно зменшується, поки рівень струму I1 не буде досягнутий на лінії струму D2 даних, що дозволяє подавати рівень струму I1 на O-LED 210.

Під час режиму вибору запису сигнал S2 вибору утримується з логічно високим потенціалом.

Лінія струму даних D2 підключена до O-LED 210 через транзистор T2, і, отже, встановлений рівень струму I1 протікає як через транзистор T2, так і O-LED 210. Якщо спостерігається зсув порогової напруги транзистора T2 або напруги переходу OLED 210 зсуви компенсуються збільшенням або зменшенням напруги, що зберігається на конденсаторі C1 і подається на затвор транзистора T2. Таким чином, будь-які зміни робочих характеристик або O-LED 210, або транзистора T2, або обох, матимуть незначний, якщо такий є, вплив на струм через світлодіод і, отже, яскравість пікселів.

Конкретні терміни для режиму вибору запису, режиму скасування вибору запису та режимів освітлення проілюстровані на Рис 4.3. З посиланням на Рис. 4.3, режим вибору запису, який є третім інтервалом, показаним на часовій діаграмі, вимагає, щоб обидва рядки вибору мали високий логічний рівень. Тобто перша лінія вибору S1 стає високою за логікою, вмикаючи транзистор T1, а друга лінія S2 для цього конкретного рядка також стає логічно високою (тобто режим вибору запису), що дозволяє вмикати транзистор T2.

Що стосується режиму скасування вибору запису, то другий рядок S2 для всіх інших рядків робиться низьким за логікою (тобто режими скасування вибору запису). Таким чином, другий рядок вибору S2 використовується для вимкнення всіх транзисторів T2 у рядках масиву, в які не записуються дані. Як показано на Рис. 4.2, це досягається з'єднанням другого вибору ліній S2 у вузол запам'ятовування через конденсатор C1. Коли вибраний рядок S2 є логічно низьким, для режиму скасування вибору запису, незалежно від потенціалу, що зберігається на конденсаторі C1, сигнал на затворі транзистора T2 буде низьким по логіці, забезпечуючи те, що струм не проходить через транзистор T2 або О-Світлодіод 210. Отже, струм, що сприймається на лінії струму даних D2, протікає лише через вибраний світлодіод O-LED і жодних інших пікселів вздовж стовпця.

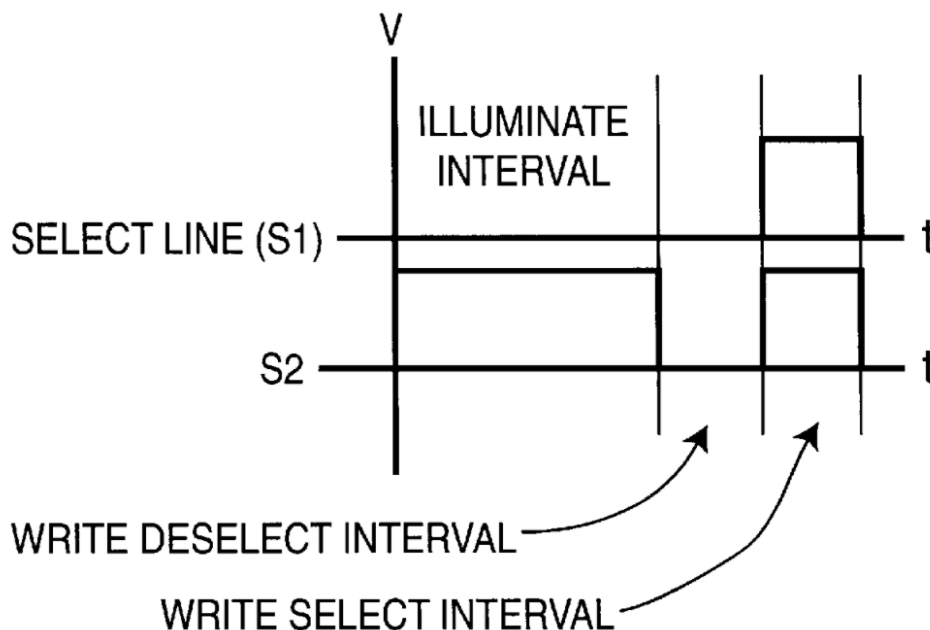


Рис. 4.3 Часову діаграму для зразкових режимів роботи, що використовуються з пікселем O-LED

Під час режиму освітлення, як показано на Рис.4.3, перша лінія S1 вибору виконана з низьким рівнем логіки, тим самим вимикаючи транзистор T1. У той же час другий виділений рядок S2 виконаний з високою логікою. Поєднання високого логічного потенціалу на вибраній лінії S2 і накопиченого потенціалу на конденсаторі C1 приводить затвор транзистора T2 до запрограмованого рівня. Таким чином, світлодіодний індикатор O загоряється на запрограмованому поточному рівні (тобто, як запрограмовано в режимі вибору запису) або яскравості. Крім того, під час режиму освітлення виконується певне управління лінією даних D2, як описано нижче з посиланням на Рис 4.4

Оскільки структуру 200 пікселів потрібно запрограмувати з певним рівнем струму, розроблена унікальна схема формування струму для взаємодії зі зразковою структурою пікселів. Рис 4.4 показує принципову схему зразкової схеми 400 генерації струму, придатної для використання з піксельною структурою O-LED на Рис.4.2

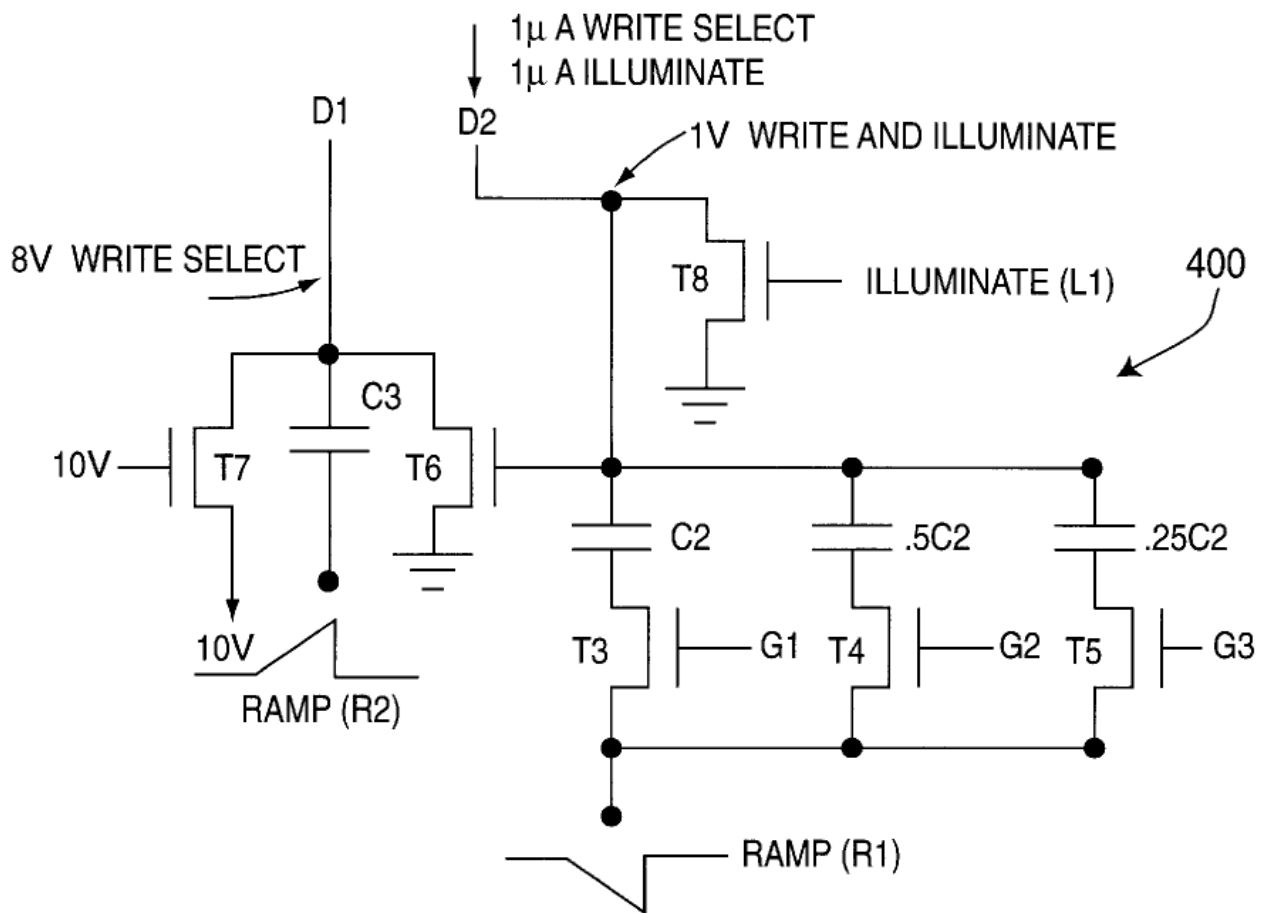


Рис 4.4 Принципова схему сканера даних (або джерела струму), придатного для використання з пікселем O-LED

З посиланням на Рис. 4.4, лінії даних D1 і D2 є однаковими лініями даних, показаними на Рис 4.2. Як показано, з'єднуючи лінії даних D1 і D2 з ланцюгом 400 генератії струму на Рис. 4.4 до рядків даних піксельної структури 200 на Рис. 4.2, може бути сформований замкнутий контур постійного струму, який включає піксель вибраного рядка.

Як видно на Рис. 4.4, транзистори T3-TS з'єднані паралельно. Кожен з транзисторів отримує на вході вхід, який разом представляє запрограмований цифровий рівень напруги. Однак кожен з транзисторів відповідно послідовно

з'єднаний з конденсатором, який належним чином зважений для отримання бажаного та програмованого значення струму. Комбіновані виходи конденсаторів C2, 0,5C2 та 0,25C2) з'єднані з джерелом транзистора T8, а також затвором транзистора T6. Транзистор T8 використовується для управління напругою на лінії струму даних D2 під час режиму освітлення. З'єднання з T6 використовується для завершення замкненого циклу, щоб можна було контролювати струм, що подається на лінію струму даних D2.

Зокрема, для запису даних у піксель програмовані цифрові рівні напруги G1-G3 застосовуються до транзисторів T3-T5, а до джерел транзисторів T3-T5 підключається негативна рампа напруги (R1). Швидкість зміни напруги з часом для рампи R1, помножена на ефективну ємність ($C * dV / dT$), встановлює унікальний рівень струму, який підключений до D2. Зазначається, що ефективна ємність базується на загальній ємності конденсаторів (тобто C2, 0.5C2 та 0.25C2), з'єднаних за допомогою відповідних транзисторів. В ідеалі рівень напруги на лінії струму даних D2 залишатиметься близьким до потенціалу землі, оскільки це буде рівень напруги освітлення на лінії струму даних D2 (в режимі освітлення сигнал високої логіки L1 поєднує лінію струму даних D2 із потенціалом землі через транзистор T8).

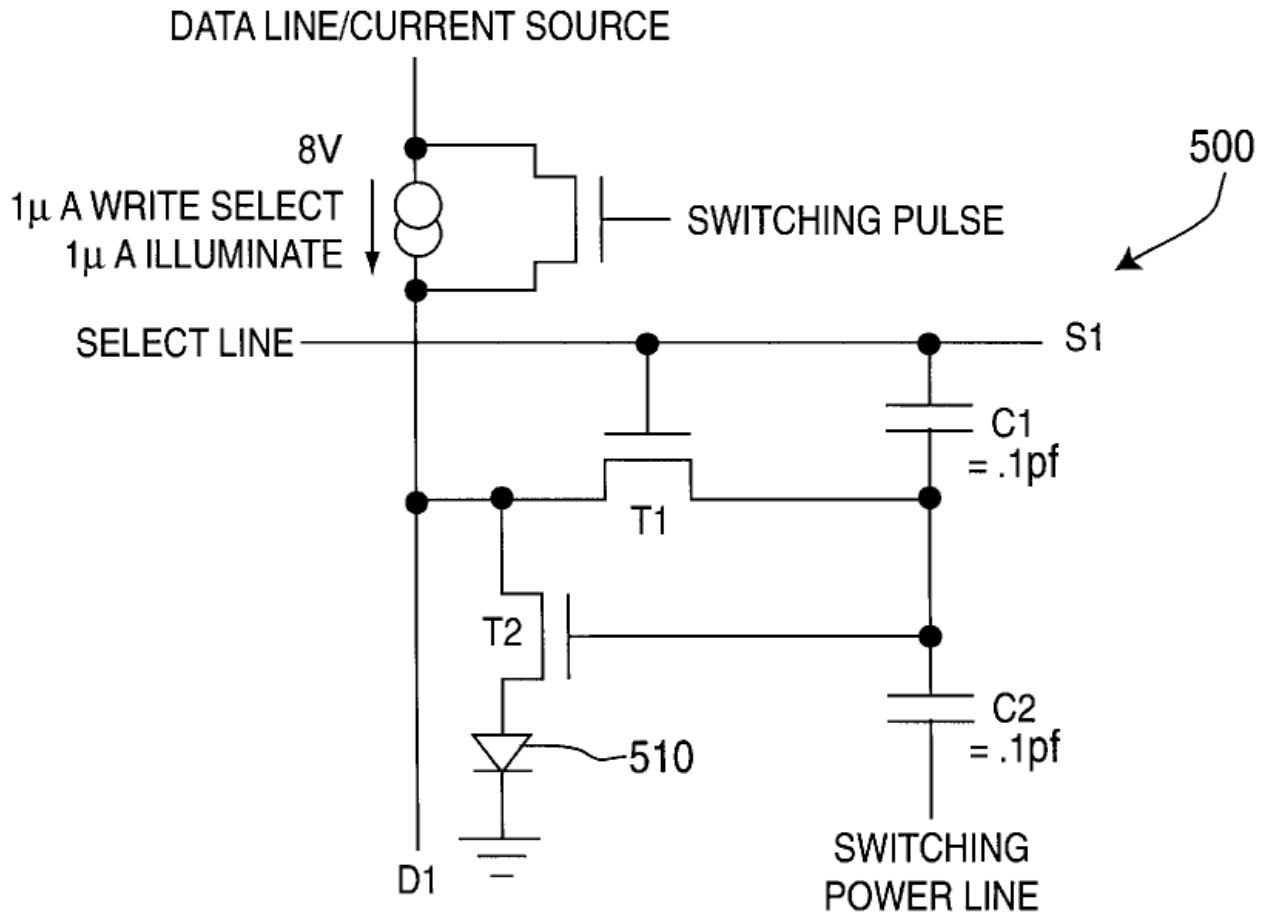
Що стосується лінії напруги даних D1, транзистор T6 і транзистор T7 утворюють інвертор для посилення напруги, що подається джерелом струму на лінії струму даних D2, і цей інвертований рівень напруги підключений до лінії напруги даних D1. Напруга на лінії напруги даних D1 додатково збільшується за рахунок ефекту "завантажувального ремінця" позитивної рампи напруги R2 і конденсатора C3. Цей контур досягає стану рівноваги, при якому OLED 210 приводиться в дію запрограмованим струмом, який визначається сигналами G1, G2 та G3.

Як згадувалося вище, під час режиму освітлення виконується певне управління лінією даних D2. Зокрема, під час режиму освітлення транзистор T8 включається, щоб привести лінію струму даних D2 до потенціалу землі. Зазначається, що транзистор T8 є відносно великим транзистором, тому він може обробляти весь струм через всі OLED, підключені до певної лінії передачі даних.

Як приклад і як показано на Рис. 4.4, під час роботи зразковий струм на D2 в режимі запису становить 1 мікроА, а в режимі освітлення - 1 мА. Також напруга на джерелі T8 становить 1 вольт. Зразкова напруга на D1 становить 8 в під час режиму запису та "не хвилює" під час режиму освітлення.

Поєднання структури 200 пікселів та схеми генерування струму 400 дозволяють проектувати високоякісні O-LED дисплеї з хорошою однорідністю шкали сірого та високим терміном служби, незважаючи на нестабільність ні світлодіодів, ні TFT. Слід зазначити, що схема 400 особливо добре підходить для керування полікремнієвими та аморфними кремнієвими дисплеями AMOLED.

Рис 4.5 показує принципову схему другого зразкового втілення піксельного елемента O-LED у відповідності з цим винаходом. Структура 500



пікселів, показана на фіг. 5 подібний до показаного на фіг. 2, включаючи багаторежимну роботу. Однак, як видно, існують деякі відмінності між структурою 200 пікселів та структурою 500 пікселів. Наприклад, пари даних та рядки вибору на фіг. 2 були замінені однією лінією даних і однією лінією вибору в піксельній структурі, показаній на Рис 4.5.

Рис. 4.5 Принципова схему другого зразкового втілення O-LED піксельної структури згідно з цим винаходом.

Переходячи до Рис 4.5 структура 500 пікселів містить O-LED 510, два транзистори, T1 і T2, одну лінію, що проходить у напрямку даних, D1, і одну лінію, що працює в обраному напрямку, S1. У зразковому варіанті здійснення

кожен транзистор включає джерело, затвор і сток та відповідні електроди. Крім того, подібно до піксельної структури 200, піксельна структура 500 включає конденсатор C1, на якому зберігається потенційний рівень, який визначає рівень освітленості пікселя. Джерело першого транзистора T1 підключений до лінії передачі даних D1. Електрод-джерело другого транзистора T2 підключений до лінії передачі даних D1. Електрод затвора першого транзистора T1 підключений до обраної лінії S1. Електрод затвора другого транзистора T2 з'єднаний з обраною лінією S1 за допомогою конденсатора C1. Зливний електрод першого транзистора T1 з'єднаний із затворним електродом другого транзистора T2, а також з накопичувальним конденсатором C1. Крім того, імпульсна лінія живлення з'єднана із затвором транзистора T2, стоком транзистора T1 і конденсатором C1 через конденсатор C2.

Як і робота з піксельною структурою 200, комбінація даних та рядків виділення забезпечує багаторежимну роботу пікселя 500, що включає режим вибору запису, режим скасування виділення та режим підсвічування.

Що стосується режиму вибору запису, де структура 200 пікселів вимагала, щоб обидві лінії вибору були зроблені високими за логікою, то в структурі 500 пікселів лише один рядок вибору зроблені за висотою логіки. Це поєднує конденсаторний вузол C1 з високою логікою, подібно до того, як обидві лінії в структурі пікселів 200 мають високу логіку, і він також включає транзистор T1, розміщуючи піксельну структуру 500 в режимі запису. У цей момент бажаний струм подається на лінію передачі даних D1, намагаючись управляти пікселем 510. Однак, поки транзистор T2 достатньо включений, струм від лінії передачі даних D1 проходить через транзистор T1 до затвора транзистора T2. Точка рівноваги, де затвор транзистора T2 досягає достатньої напруги для проходження необхідного струму через транзистор T2, досягається швидко.

Досягнувши цієї точки, піксельна структура 500 потім програмується з бажаним рівнем струму, оскільки сукупний потенціал на вибраній лінії S1 і конденсаторі C1 утримує затвор транзистора T2 під потенціалом, достатнім для проведення запрограмованого струму.

Що стосується режиму скасування вибору, коли для рядка вибору S1 робиться низький рівень логіки, транзистор T1 вимикається, і на C1 відбувається така сама негативна екскурсія, як це відбувається в структурі пікселів 200, щоб безумовно вимкнути кожен не вибраний піксель.

Що стосується режиму освітлення, лінія вибору S1 виконана з високою логікою, а D1 - з низькою логікою. Крім того, комутаційний імпульс шунтує джерело струму, змушуючи лінію передачі даних підключатися до джерела робочого потенціалу. Одночасно імпульсний імпульс підключає джерело робочого потенціалу до конденсатора C2. Збережений заряд на стику конденсаторів C1 і C2 і високий логічний рівень на вибраній лінії S змушують транзистор T2 проводити лише запрограмований струм через світлодіод 510. Таким чином затвор T2 повертається до значення, близького до запрограмованій під час вибору режиму запису.

Як приклад і як показано на Рис. 4.5, під час роботи зразковий струм на D1 під час режиму запису становить 1 мікроА, а під час режиму освітлення - 1 мА. Знову ж, типова напруга на D1 становить 8 в протягом режиму записування.

Незважаючи на те, що винахід проілюстровано та описано в цьому документі з посиланням на конкретні варіанти здійснення, винахід не призначений обмежуватися наведеними деталями. Навпаки, можуть бути

внесені різні модифікації в деталі в межах обсягу та діапазону еквівалентів формули винаходу і не відступаючи від суті винаходу.

4.4 Висновки до розділу

Запропонований AMOLED дисплей з використанням органічних світлодіодів (O-LED) для відображення інформації є дійсно гарною модифікацією в порівнянні з вже застарілими прототипами РК (рідко-кристалічних) дисплеїв вдже він має ряд переваг:

- енергоспоживання цілком залежить від яскравості зображення на екрані, отже при зображенні темних тонів споживання енергії низьке, але якщо на екрані тони переважно світлі, то енергоспоживання такого екрана значно більше, ніж у рідкокристалічного.

- властивість відтворювати більшу кольорову гаму (на 32% більше фізичної межі рідкокристалічних матриць Super IPS). значно менший час відповіді (приблизно 0.01 мс, проти мінімального 2 мс для TN матриці).

- повні кути огляду по вертикалі та горизонталі, близько 180 градусів при абсолютному збереженні яскравості, кольоровості й контрастності зображення (ледь гірше ніж у кінескопічних (ЕПТ) моніторів).

- менша товщина екрана (не витрачається простір на підсвічування). висока контрастність (чорний колір є дійсно чорним, адже пікселі у цій області взагалі не випромінюють світла).

В порівняння з плазмовими дисплеями AMOLED дисплеї також мають ряд таких переваг:

- компактний розмір
- низьке енергоспоживання
- більша яскравість

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальні положення та елементи охорони праці

Виходячи з визначення науки "охорона праці", система охорони праці поєднує в собі сукупність правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-профілактичних заходів та інструментів, спрямованих на підтримку здоров'я та ефективності праці на виробництві.

Об'єктом управління є машини, механізми, технологічні процеси, підприємства, галузі, сфери людської діяльності та ін. Елементами управління станом цього об'єкта є: моніторинг стану об'єкта, визначення необхідного завдання, порівняння із завданням, розробка управлінських дій, здійснення управлінських дій, контроль управлінських дій (зворотній зв'язок) тощо.

Розглядаючи управління охороною праці з цих посад, вважається, що система управління охороною праці (ЗБГ) - це сукупність системи охорони праці та її елементів управління. Іншими словами, управління охороною праці - це підготовка, прийняття та впровадження системи заходів, що забезпечують захист життя та здоров'я працівників у процесі працевлаштування. Водночас БГТ виступає як функціональна підсистема системи управління всім господарським комплексом України в цілому. Розглядаючи систему управління охороною праці в державному масштабі, слід зазначити такі особливості, як складність та багатопов'язаність системи охорони праці на конкретному об'єкті багаторівневої системи управління, де найвищим рівнем є державне управління, а найнижчим - управління охороною праці на певній ділянці або конкретному цеху підприємства.

Кафедра авіоніки				НАУ 08 22 26 000 ПЗ			
Виконав	Блакита В.О.			РОЗДІЛ 5	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник	Лужбін В.М.						
Консульт.							
Н-контр.	Левківський В.В						
Зав. каф.	Павлова С.В.						
					6.051103 «Авіоніка»		

Залежно від форми власності та відомчої підпорядкованості об'єкта, проміжні рівні управління можуть виступати як відомче, регіональне управління, а також управління на рівні підприємства, об'єднання тощо.

Основними структурними елементами СУОП є:

- об'єкт управління, тобто система охорони праці на конкретному підприємстві, в об'єднанні, регіоні, Україні в цілому;
- елементи управління, які включають контроль стану об'єкта, вироблення управлінських дій і їх реалізацію, контроль за виконанням управлінських дій, аналіз подібних об'єктів, формування завдання охорони праці, порівняння показників.

Крім управлінських дій, на стан охорони праці впливають різні впливи Z_1 ... Z_n , обумовлені реальними політичними і соціально-економічними процесами і часто носять випадковий, непередбачуваний характер, а іноді можуть бути і заздалегідь прогнозованими. До таких дій, наприклад, відносяться структурні зміни в економіці, розвиток процесів роздержавлення, створення нових форм і методів господарювання, розвиток малого і середнього бізнесу, введення системи соціального страхування від нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві тощо. Це дозволяє за допомогою прийняття відповідних управлінських рішень уникнути негативних наслідків або посилити позитивний вплив того, що обурюють дії, якого зазнав об'єкт управління.

В умовах переходу України до ринкових умов кошти, що виділяються на охорону праці, найчастіше обмежені. Тому головним завданням вдосконалення СУОП в контексті економічної реформи є забезпечення максимальної ефективності на існуючих рівнях обмежень управлінських дій.

Оптимальний обсяг коштів, що витрачаються на охорону праці, слід вибирати виходячи з умов забезпечення максимальної ефективності дій, спрямованих на управління господарським комплексом, а в кризових умовах розвитку держави - за умови мінімального зниження валового національного

продукту при збереженні необхідного мінімуму соціальні гарантії для робітників. .

Рішення цих завдань може бути досягнуто за рахунок оптимального розподілу наявних людських та фінансових ресурсів управління, правильного вибору кількості та якості управлінського персоналу, прийняття обґрунтованих, близьких до оптимальних управлінських рішень. Найголовніше - це наявність повної, об'єктивної інформації про стан об'єкта управління та розроблених та науково обґрунтованих методів його обробки та прийняття управлінських рішень, що неможливо без створення сучасних інформаційних систем у галузі охорони праці.

Відповідно до Закону "Про охорону праці" державне управління охороною праці в Україні здійснюється:

- Кабінет Міністрів України;
- спеціально уповноважений державний орган державного управління охороною праці - Державний комітет з нагляду за охороною праці, який входить до складу Кабінету Міністрів (Державний нагляд за охороною праці);
- на галузевому рівні - міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;
- на регіональному рівні - місцева державна адміністрація та органи місцевого самоврядування.

Кабінет Міністрів та Державна інспекція праці України здійснюють управління охороною праці на національному рівні. Певні функції державного управління делеговані Міністерству праці та соціальної політики, Міністерству охорони навколишнього середовища, Міністерству охорони здоров'я та Міністерству надзвичайних ситуацій України. Ці органи можуть здійснювати

управлінський вплив на охорону праці в окремих галузях, регіонах та окремих підприємствах як безпосередньо, так і через органи галузевого та регіонального управління охороною праці та органи управління охороною праці окремого підприємства чи їх об'єднання. Інші органи державного управління забезпечують реалізацію державної політики у галузі охорони праці на регіональному чи галузевому рівні. Саме в цій частині державного управління охороною праці, з одного боку, деякі управлінські функції державних органів перетинаються і дублюються, а з іншого боку, при недостатній координації цих органів управління можуть бути певні упущення та упущення в роботі .

Система державного управління охороною праці як у галузі, так і в регіоні є дворівневою. Верхній рівень системи - державне управління, що здійснюється вищезазначеними органами, нижній рівень системи - регіональне та галузеве управління, яке здійснюється місцевою державною адміністрацією, радами народних депутатів та відповідних міністерств. У свою чергу регіональне управління залежно від адміністративно-територіального поділу може здійснюватися на обласному, міському, районному та селищному рівнях.

Система управління охороною праці на підприємстві залежно від його відомчої підпорядкованості може бути навіть чотирирівневою. На додаток до вищезазначених двох рівнів, необхідно розрізняти управління на рівні господарських товариств (якщо такі є у галузі) та на рівні самого підприємства.

Для системи управління характерним є те, що вищі й нижчі рівні управління можуть взаємодіяти між собою як через проміжні рівні, так і безпосередньо. Причому тільки на етапах вироблення і реалізації управлінських дій простежується певна субординація у взаємодії різних рівнів системи, а для етапів формування завдання і зіставлення показників характерним є довільний характер взаємодії рівнів системи.

Наприклад, нижчі рівні системи часто можуть використовувати інформацію про стан охорони праці, отриману в результаті контролю цього стану охорони праці органами будь-якого рівня, а органи управління найвищого рівня часто одержують інформацію про виконання управлінських дій або про стан охорони праці безпосередньо від органів управління охороною праці підприємства.

5.2 Створення безпеки праці під час виконання основних технологічних процесів експлуатації авіаційної техніки.

Заходи безпеки під час технічного обслуговування та ремонту повітряних суден регулюються: державними та галузевими стандартами Системи стандартів безпеки праці; інструкції щодо виконання польотів, технічної експлуатації та ремонту повітряного судна; регламент технічного обслуговування; технологія ремонту; посібник та інструкції з охорони праці тощо.

Особливістю експлуатації та ремонту літаків є те, що ряд технологічних процесів є загальними процесами для цих технологій (миття та фарбування деталей, вантажні роботи, робота посудин під тиском, зварювання, експлуатація електроустановок тощо). Тому класифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час експлуатації повітряного судна підходить для процесів ремонту повітряного судна. Такими факторами є:

- літаки, спеціальні машини та самохідні рухомі механізми;
- вироби, заготовки та рухомі матеріали; незахищені рухомі елементи літальних апаратів (елерони, щити, перехоплювачі, тримери, шасі, гвинти, що обертаються, турбіни, спускові сходи та ін.), спеціальні машини (кабіни, що піднімаються і опускаються, люльки, кузови, сходи, вертушки), механізми (завантажувальні та розвантажувальні лебідки літаків, кранів) та виробниче обладнання;
- осколки, елементи, деталі виробничого устаткування, які розлітаються;
- вироби авіаційної техніки, інструмент і матеріали, які падають під час робіт з технічного обслуговування літаків на площинах, стабілізатори, фюзеляжі під час роботи на висоті із застосуванням механічних підйомників;
- ударна хвиля (вибух посудин, які працюють під тиском, пари горючої рідини);

- струмені відпрацьованих газів авіадвигунів і предмети, що потрапили в них;
- витікаючі струмені газів і рідин з посудин і трубопроводів, які працюють під тиском;
- повітряні всмоктувальні потоки, що рухаються з великою швидкістю (зона сопел авіадвигунів);
- літак, який завалюється (з підйомників або при помилковому прибиранні шасі);
- конструкції, які руйнуються (бортові сходини, стрем'янки та інше виробниче устаткування);
- високо розміщені частини літака;
- підвищене ковзання внаслідок намерзання, зволоження і замаслення поверхонь літака, трапів, стрем'янок, приставних сходин і покриттів місць стоянок, по яких переміщаються працівники;
- підвищені запиленість і загазованість повітря в зоні технічного обслуговування літаків;
- підвищена або понижена температура поверхонь авіаційної техніки, устаткування і матеріалів;
- підвищені або понижені температура, вологість і рухливість повітря в зоні технічного обслуговування літаків;
- підвищений рівень шуму, вібрації, ультра- та інфразвуку;
- підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якого може статися крізь тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень лазерного випромінювання в робочій зоні;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);

— гострі краї, задирки і шорсткості на поверхні літаків, устаткування та інструменту;

— відсутність або нестача природного освітлення;

— недостатня штучна освітленість робочої зони;

— знижена контрастність об'єктів розрізнення з фоном;

— підвищена яскравість світла;

— пряма блискучість (прожекторне освітлення місць стоянок, світло фар літаків і спецавтотранспорту) і віддзеркалена блискучість (від розливої води та інших рідин на поверхні місць стоянок і перону);

- підвищена пульсація світлового потоку;

- підвищений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації;

- хімічні речовини (токсичні, подразнювальні, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, ті, що впливають на репродуктивну функцію), які входять до складу застосовуваних матеріалів;

- пально-мастильні матеріали, спецрідини і отрутохімікати, які потрапляють в організм людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкіру і слизові оболонки;

- патогенні мікроорганізми і продукти їхньої життєдіяльності;

- фізичні (статичні й динамічні) та нервово-психічні перевантаження (емоційні, перенапруження аналізаторів).

5.3 Вплив різного виду випромінювання на очі та здоров'я людини.

Так, тенденцією сьогодення є широке впровадження комп'ютерних і цифрових технологій, які базуються на сучасних дослідженнях не тільки дисплеїв та моніторів, але й електроніки, програмування, лазерних технологій тощо. Однак вищеназвані технології характеризуються підвищеним рівнем електромагнітних випромінювань, що також спонукає до вивчення впливу цих випромінювань на організм людини. Це дасть змогу розробити дієві заходи та засоби захисту і забезпечити здорові та безпечні умови праці.

Аналізуючи низку публікацій із цієї проблематики можна сказати, що сьогодні є достатньо багато досліджень закордонних та вітчизняних науковців, які спрямовані на усунення і зниження інтенсивності випромінювань, а також розроблені заходи та засоби щодо захисту працівників від дії таких небезпечних виробничих чинників. Але питання впливу різних видів випромінювань на організм працівників ще недостатньо вивчене і є доволі актуальним.

Небезпечні та шкідливі виробничі чинники	Нормована величина	Фактична величина
Ультрафіолетове (УФ) випромінювання екрану монітора ПК (довжина хвилі $\lambda = 0,32$ мкм), Вт/см ²	1000	200
Іонізуюче випромінювання екрану монітора ПК (на відстані 5 см), мк Р/год.	100	10... 25
Електричне поле, що генерується монітором ПК (високочастотна зона 10 ... 300 МГц), В/м	10 ... 80	0,01
Електромагнітне поле (на відстані 30 см від монітора ПК), кВ/м	20	20 ... 30

Рис. 5.1 Небезпечні та шкідливі виробничі чинники на робочому місці

За даними, наведеними в Рис.5.1, видно, що працівник які мають справу з моніторами та дисплеями наражаються на низку випромінювань різного виду. УФ та іонізуючі випромінювання є в межах санітарних норм. Водночас можна сказати, що небезпеку становлять лише магнітні поля. Так, потужність ЕМП, що створює монітор ПК на визначеній відстані коливається в межах 20...30 кВ/м та перевищує санітарні норми відповідно до вимог ДСанП і Н 3.3.2.007 – 98 [9]. Небезпеку для працівників під час роботи з ПК становлять випромінювання монітора в діапазоні частот 20 Гц...300 МГц, а також статичний електричний заряд на екрані. Рівень цих полів в зоні розміщення операторів ПК зазвичай перевищує біологічно небезпечний рівень. Як показали дослідження електромагнітне випромінювання загалом розповсюджується у всіх напрямках, і діє не тільки на оператора ПК, але і на тих працівників, які перебувають на відстані до 5 м від монітора комп'ютера. У всіх технологіях (аналогових, цифрових) виведення інформації різних рівнів експлуатується певне устаткування, але деяке устаткування створює небезпеку впливу різних видів випромінювань на працівників.

Аналізуючи устаткування різних систем і різних типів, можна сказати, що на персонал, що обслуговує впливають: УФ випромінювання, ІЧ випромінювання, лазерне ІЧ випромінювання, іонізуюче випромінювання. Так, наприклад, у ФВА, як джерело опромінення застосовують: V – лазер (довжина хвилі випромінювання $\lambda = 400 \dots 410$ нм), іоно-аргоновий голубий лазер (Ar) ($\lambda = 488$ нм), зелений лазер на ітрій-алюмінієвому гранаті з подвійною частотою (ND – YAG) ($\lambda = 532$ нм), гелій-неоновий червоний газовий лазер (He – Ne) ($\lambda = 637$ нм), ірідієвий червоний газовий лазер (Ir) ($\lambda = 780$ нм), напівпровідниковий з червоним лазерним діодом RLD ($\lambda = 670$ нм), напівпровідниковий з інфрачервоним лазерним діодом (HRLD) ($\lambda = 830$ нм), твердотілий інфрачервоний потужний лазер на ітрій-алюмінієвому

гранаті із неодітом (ND – YAG) ($\lambda = 1064$ нм), газовий вуглекислотний лазер (CO₂) ($\lambda = 10600$ нм) [2, 10].

Як показує практика, обираючи тип ФВА, перевагу зазвичай надають лазерам з малою довжиною хвилі, оскільки зі зростанням довжини хвилі лазера якість виведеного зображення погіршується. А лазери із ІЧ випромінюванням забезпечують кращу чіткість порівнюючи зі світловими лазерами. Крім того, деякі пристрої оснащенні лазерами двох типів з близькими між собою випромінюваннями [2].

5.4. Висновки до розділу

Під час роботи з матеріалом з охорони праці, в цьому розділі було розглянуто основні положення з охорони праці а також була зазначена техніка безпеки при експлуатації прототипу пристроїв з ультрафіолетовим випромінюванням, техніка безпеки під час його експлуатації і визначено гранично допустимий рівень опромінення очей та шкіри людини а також досліджено всі типи випромінення від моніторів та дисплеїв які впливають на зір та здоров'я працівника.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Загальні положення про охорон навколишнього середовища

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини - невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України.

Відносини у галузі охорони навколишнього природного середовища в Україні регулюються законом України "Про охорону навколишнього природного середовища", а також розроблюваними відповідно до нього земельним, водним, лісовим законодавством, законодавством про надра, про охорону атмосферного повітря, про охорону і використання рослинного і тваринного світу та іншим спеціальним законодавством (стаття 2 Закону)

Вивчення різноманітного впливу науково-технічного прогресу на навколишню біосферу - одна з найбільш важливих проблем сучасності. Кінцева мета такого вивчення - захист і поліпшення навколишнього середовища для благополучного існування нашого і майбутніх поколінь.

Такими заходами можуть бути:

Обмеження викидів в атмосферу і гідросферу з метою поліпшення загальної екологічної обстановки, створення заповідників, національних парків з метою збереження природних комплексів, обмеження вилову риби, полювання з метою збереження певних видів і насамперед обмеження викиду сміття.

Кафедра авіоніки				НАУ 08 22 26 000 ПЗ			
Виконав	Блакита В.О.			РОЗДІЛ 6	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник	Лужбін В.М.						
Консульт.							
Н-контр.	Левківський В.В						
Зав. каф.	Павлова С.В.						
					6.051103 «Авіоніка»		

6.2 Основні принципи охорони навколишнього середовища

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища є (стаття 3 Закону):

- пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;
- гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;
- запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;
- екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;
- обов'язковість екологічної експертизи;
- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища, формування у населення екологічного світогляду;
- науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;
- компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;
- встановлення екологічного податку, збору за спеціальне використання води, збору за спеціальне використання лісових ресурсів, плати за користування надрами відповідно до Податкового кодексу України

Законодавством України встановлюються нормативи використання природних ресурсів та інші екологічні нормативи.

Екологічні нормативи встановлюють гранично допустимі викиди та скиди у навколишнє природне середовище забруднюючих хімічних речовин, рівні допустимого шкідливого впливу на нього фізичних та біологічних факторів (стаття 33 Закону).

Нормативи гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі та рівні шкідливих фізичних та біологічних впливів на нього є єдиними для всієї території України.

Підприємства, установи й організації, діяльність яких пов'язана з шкідливим впливом на навколишнє природне середовище, незалежно від часу введення їх у дію повинні бути обладнані спорудами, устаткуванням і пристроями для очищення викидів і скидів або їх знешкодження, зменшення впливу шкідливих факторів, а також приладами контролю за кількістю і складом забруднюючих речовин та за характеристиками шкідливих факторів (стаття 51 Закону).

6.3 Норми та критерії екологічно чистих підприємств

Екологічно чисте підприємство — це специфічний суб'єкт господарської діяльності, який спрямований на вирішення комплексних проблем за різними напрямками — економічному, екологічному та соціальному. У виробничому середовищі його можна класифікувати за видами змін у виробничих процесах.

Критерії оцінки підприємства з точки зору його екологічної чистоти:

1. Виробництво чистої продукції. Включає в себе товари споживання, які роблять незначний вплив на навколишнє середовище як у процесі їх споживання, так і у процесі їх залишкової утилізації. Поняття «екологічно чистий продукт» може бути використано для визначення харчових продуктів та виробів інших сфер промисловості.

2. Впровадження чистих виробничих процесів. Саме високі технології визначають ступінь конкурентоспроможності як окремих підприємств, так і держав на світовому ринку.

3. Технології переробки та регенерації відходів. Скорочення відходів, яке досягається шляхом переробки залишкових речовин та побічних продуктів під час виробничого циклу.

4. Заміна виробництва. Включає в себе ті розробки, при яких знижується споживання сировинних матеріалів у процесі виробництва.

5. Скорочення затрат на виробництво. Включає в себе ті інновації, суть яких зводиться до заміни матеріалів, що негативно впливають на навколишнє середовище, на більш безпечні.

6. Впровадження енергозберігаючих технологій. Це той вид технологій, при яких захист навколишнього середовища досягається за рахунок зниження споживання енергії: під час виробничого циклу або під час споживання готової продукції.

7. Випуск чистої продукції, яка модифікує виробничі процеси інших фірм. Під цією категорією слід розуміти ту продукцію, яка спричиняє позитивний вплив на навколишнє середовище під час її застосування в інших виробничих процесах

Принципи створення екологічно чистого підприємства:

– принцип екологічної зумовленості, тобто спрямованості екологічно чистого підприємства на підтримку або підсилення сталості екосистем. У відповідності з ним економічні механізми повинні створювати умови щодо заохочення підприємців для одержання прибутку за рахунок поліпшення екологічних результатів;

– принцип економічної доцільності, який передбачає заохочення суб'єктів екологічно чистого підприємства для досягнення природоохоронних цілей найбільш ефективними шляхами;

– принцип гласності передбачає відкритість та доступність для суспільства всієї інформації про діяльність екологічно чистого підприємства. Цей принцип ініціює просування товарів та послуг на ринку, дає можливість споживачам різного рівня, починаючи з підприємств-забруднювачів природного середовища і закінчуючи пересічними людьми, мати повну інформацію про екологічну якість товарів та послуг, щоб приймати остаточне рішення про доцільність придбання товарів та послуг на ринку;

– принцип системності враховує умову, що економічно вигідні зони знаходження екологічно чистого підприємства повинні охоплювати весь життєвий цикл виробництва та послуг.

ВИСНОВКИ

Враховуючи той фактор, що використання рідкокристалічних дисплеїв на літаках має ряд функціональних недоліків то запропонований AMOLED дисплей являється індикатор має ряд переваг над існуючими прототипами:

- енергоспоживання цілком залежить від яскравості зображення на екрані, отже при зображенні темних тонів споживання енергії низьке, але якщо на екрані тони переважно світлі, то енергоспоживання такого екрана значно більше, ніж у рідкокристалічного.

- властивість відтворювати більшу кольорову гаму (на 32% більше фізичної межі рідкокристалічних матриць Super IPS). значно менший час відповіді (приблизно 0.01 мс, проти мінімального 2 мс для TN матриці).

- повні кути огляду по вертикалі та горизонталі, близько 180 градусів при абсолютному збереженні яскравості, кольоровості й контрастності зображення (ледь гірше ніж у кінескопічних (ЕПТ) моніторів).

- менша товщина екрана (не витрачається простір на підсвічування). висока контрастність (чорний колір є дійсно чорним, адже пікселі у цій області взагалі не випромінюють світла).

В порівняння з плазмовими дисплеями AMOLED дисплеї також мають ряд таких переваг:

- компактний розмір
- низьке енергоспоживання
- більша яскравість

співвідношення матеріальних параметрів) є істотними.

В п'ятому розділі була зазначена техніка безпеки при експлуатації прототипу пристроїв з лазерним випроміненням, техніка безпеки під час його

експлуатації та показано визначення гранично допустимого рівня опромінення очей та шкіри людини

У шостому розділі був проведений аналіз небезпечних чинників що впливають на екологічний стан планети під час діяльності промислових об'єктів, проведений аналіз з контролю підприємств для забезпечення всіх норм та критерій з приводу охорони навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інформаційний сайт «Вікіпедія» [Електронний ресурс]
www.mediawiki.org/wiki/MediaWiki
2. Л.М. Блинов. Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. М., Наука, (1978).
3. Патент США N 5050107, МПК G 06 F 15/00, G 09 G 1/06, G 01 R 13/20, опубл. в 1991 г.
4. Екологічна безпека та економіка: монографія / М. І. Сокур, В. М. Шмандій, Є. К 2020
5. Конспект лекцій з дисципліни: «Інформаційно-вимірювальні пристрої та системи авіоніки»
6. Конспект лекцій з дисципліни: «Оптичні пристрої та лазерна електроніка»
7. Раздорожний А. А. Охрана труда и производственная безопасность: Учебно-методическое пособие — Москва: Изд-во «Экзамен»,
8. Chirnigov V.G. Liquid Crystal Devices: Physics and Applications, Artech House Publisher, London, 359 p. (1999).
9. J. Anderson, C.Chen, P.Bos. Liquid Crystal Designs for High Contrast Field Sequential Color Liquid Crystal on Silicon (LCoS) Microdisplays. Proceedings of SPIE, v.5741 ("Emerging Liquid Crystal Technologies"), 23-30 (2005).
10. L.A.Beresnev, V.G.Chigrinov, D.I.Dergachev, E.P.Pozhidaev, J.Funfshilling, M.Shadt. Deformed helix ferroelectric liquid crystal display - a new electrooptic mode in ferroelectric smectic C* liquid crystals. Liquid Crystals, v.5, #4, 1171-1177 (1989).
11. V.G.Chigrinov, E.P.Pozhidaev, A.A.Murauski, H.S.Kwok. Liquid Crystal Display Cell with Fast Response and Continuous Gray Scale. US Provisional Patent Application, No. 61/344,070, (Ref: TTC.PA.0463), filed on 18 May 2010.
12. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on

Climate Change / Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.). – Geneva: Switzerland, 2014. – 151 p

13. Вержиковский А. П. и др. Краткий словарь по радиоэлектронике / Под ред. Г. П. Попова, В. Г. Григорьянца. — Москва: Воениздат, 1980. — 512 с.(рос.)
14. Бурак Я. І., Огірко І. В. Про визначення термopужності стану оболонки екрану кінескоп з урахуванням температурної залежності характеристик матеріалу // Якість, міцність, надійність і технологічність електровакуумних приладів. — Київ: Наук. думка, 1976. — С.59-62.