

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА АВІОНІКИ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

_____ Павлова С.В.
“ _____ ” _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
“БАКАЛАВР”
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 173 «АВІОНІКА»

Тема: «Великий модульний екран для оцінки диспетчером повітряного руху літаків та навколишнього середовища в зоні аеропорту»

Виконавець: Турчин Денис Євгенович

Керівник: доц., Ситник Олександр Георгійович

Нормоконтролер: Левківський Василь Васильович

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації електроніки та телекомунікацій

Кафедра авіоніки

Напря́м (спеціальність) 173 «Авіоніка»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Павлова С.В.
«_____» _____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Турчина Дениса Євгеновича

1. Тема дипломної роботи: «Великий модульний екран для оцінки диспетчером повітряного руху літаків та навколишнього середовища в зоні аеропорту» затверджена наказом ректора від: «22» березня 2021 р. №469 /ст
2. Термін виконання роботи : з 17 травня 2021 по 20 червня 2021
3. Вихідні дані до роботи: дані про дослідження роботи систем модульних екранів для сприйняття інформації навколишнього середовища.
4. Зміст пояснювальної записки: вивчення основ теорії зображень з метою поліпшення параметрів і характеристик якості інформації, дослідження інформації про великий модульний екран та візуалізацію польотної інформації, математична формалізація процесів візуалізації, вивчення даних про стан навколишнього середовища.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, схеми та зображення, формули.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Підбір літератури		виконано
2	Підготовка та написання 1 розділу		виконано
3	Підготовка та написання 2 розділу		виконано
4	Підготовка та написання 3 розділу		виконано
5	Підготовка презентації та доповіді		виконано
6	Перевірка на анти плагіат та отримання рецензії на диплом		виконано

8. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 2021 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) _____
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи:
«Великий модульний екран для оцінки диспетчером повітряного руху літаків та навколишнього середовища в зоні аеропорту» містить 80 сторінок, 28 рисунків, 2 таблиці, 11 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: процес роботи системи візуалізації повітряної ситуації в аеропорту на великих модульних екранах для поліпшення роботи диспетчера повітряного руху, сприйняття відображення оператором.

Предмет дослідження: системи візуалізації на великих модульних екранах.

Мета роботи: комплексне дослідження параметрів і характеристик повітряної ситуації в аеропорту для роботи диспетчера руху.

Методи дослідження: аналітичне порівняння, дослідження складних систем, методи ефективності з використання критеріїв узгодження для оцінки графіків процесів поліпшення якості зображень повітряної ситуації в аеропорту.

Значущість виконаної роботи: пропонуються пропозиції та рекомендації щодо впровадження зручної моделі, методу і засобів підвищення якості інформації для диспетчера повітряного руху аеропорту.

АЕРОПОРТ, ВІДЕОСТІНКА, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, ДИСПЕТЧЕР РУХУ,
ПОВІТРЯНА БЕЗПЕКА, СИСТЕМА АЕРОПОРТУ, ТЕХНІЧНА
ЕКСПЛУАТАЦІЯ, МОДУЛЬНИЙ ЕКРАН.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Великий модульний екран як складна система візуалізації для дослідження окремого аспекту безпеки польотів

- 1.1. Основні поняття і приклади побудови складних систем
- 1.2. Методологія системного дослідження та принципи взаємодії системи дисплеїв
- 1.3. Сприйняття зображення

РОЗДІЛ 2. Основи теорії сприйняття зображень повітряного стану аеропорту з принципами побудови великого модульного екрану

- 2.1. Промениста енергія та її виміри для визначення поняття зображення повітряного стану аеропорту на великому модульному екрані
- 2.2. Дослідження коефіцієнту яскравості зображень на великих модульних екранах
- 2.3. Взаємозв'язок зорового сприйняття зображень диспетчером повітряного руху з якістю параметрів і характеристик відеостінки
- 2.4. Колірна продукційність на дисплеях контролю повітряного руху
- 2.5. Побудова відеостінок для диспетчерських і ситуаційних центрів

РОЗДІЛ 3. Рекомендації і пропозиції щодо поліпшення параметрів і характеристик модульних екранів

- 3.1. Розташування візуальної інформації для диспетчера
- 3.2. Візуалізація інформації про повітряну ситуацію на фрагменті відеостінки в системах попередження зіткнення повітряних суден
- 3.3. Постановка задачі управління модулями для поліпшення якості візуалізації інформації про повітряну ситуацію та навколишній стан
- 3.4. Диспетчер в системі управління повітряним рухом

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

СС – складна система

ВМЕ – великий модульний екран

ПС – повітряне судно

ЦА – цивільна авіація

ЕМП – електромагнітне поле

ЗЗСЕ – заходи захисту від статичної електрики

СНиП – санітарні норми і правила

ЗЗСЕ – засоби захисту від статичної електрики

СЕОК – система електроживлення обчислювальних комплексів

ОНС – охорона навколишнього середовища

ВОЗ – всесвітня організація охорони здоров'я

АТС - авіаційна транспортна служба

УПР – управління повітряним рухом

БСПЗ – бортова система попередження зіткнень

СЦ – ситуаційний центр

ДЦ – диспетчерський центр

ВСТУП

Управління повітряним рухом (УПР) - це служба, яка надається наземними диспетчерами повітряного руху, які направляють повітряне судно на землю і через контрольований повітряний простір і можуть надавати консультативні послуги повітряних суден в неконтрольованому повітряному просторі. Основна мета АТС в усьому світі - запобігти зіткненням, організувати і прискорити потік повітряного руху, а також надати інформацію та іншу підтримку пілотам. У деяких країнах УПР грає захисну роль або управляється військовими.

Щоб запобігти зіткненням, УПР застосовує правила поділу трафіку, які гарантують, що кожен літак буде підтримувати мінімальну кількість порожнього простору навколо нього в будь-який час. Багато літаків також мають системи запобігання зіткнень, які забезпечують додаткову безпеку пілотами-попередженнями, коли інші повітряні судна стають занадто близькими.

Основним методом управління безпосереднім середовищем аеропорту є візуальне спостереження від диспетчерської вежі аеропорту. Вежа - це висока, віконна структура, розташована на території аеропорту. Контролери повітряного руху несуть відповідальність за поділ і ефективне переміщення повітряних суден і транспортних засобів, що працюють на руліжних дорогах і злітно-посадкових смугах самого аеропорту, і повітряних суден поблизу аеропорту, як правило, від 5 до 10 морських миль (від 9 до 18 км) в залежності від аеропортових процедур.

Дисплеї для відеоспостереження також доступні для диспетчерів в великих аеропортах, щоб допомогти контролювати повітряний потік. Контролери можуть використовувати радіолокаційну систему, звану вторинною радіолокацією спостереження для наближення і вильоту повітряного судна. Ці дисплеї містять в собі карту області, положення різних літаків і теги даних, які охоплюють ідентифікацію повітряного судна, швидкість, висоту і іншу інформацію, зазначену в місцевих процедурах. У несприятливих погодних умовах баштові контролери можуть також використовувати наземні радары (SMR), системи навігації та управління рухом поверхні (SMGCS) або просунуті SMGCS для контролю руху

на ділянці маневрування (руліжні доріжки і злітно-посадкова смуга).

У складі цивільної авіації (ЦА) використовуються для диспетчерів повітряного руху системи візуалізації навколишньої ситуації аеропортів для керування повітряними суднами (ПС). До складу обслуговуючих ПС відноситься система, візуалізації стану навколишнього середовища, яка організаційно функціонує на всіх підприємствах обслуговування повітряного руху, тому поліпшення якості зображень за допомогою великого модульного екрану є актуальною темою вивчення.

Системи візуалізації навколишньої ситуації аеропортів в Україні являє собою організаційно-технічну систему яка завдяки використанню спеціальних технічних засобів забезпечує організацію повітряного руху у відповідності з вимогами безпеки, безперервності та економічності.

Система візуалізації навколишньої ситуації аеропортів функціонує в умовах постійного впливу ряду дестабілізуючих факторів. Забезпечення стійкості великого модульного екрану у таких умовах відносно стану забезпечуваних нею показників безпеки, регулярності, безперервності, пропускної здатності, економічних показників, технічних показників кольору залишається недостатньо вирішеною проблемою в ЦА, тому потребує вивчення.

Традиційно авіадиспетчери використовують дисплей та смуги прогресу польоту як окремі зображення літака. Екран показує просторове положення, висоту та хід літаків, тоді як смуги містять дискретну інформацію про походження, пункт призначення, маршрут, тип повітряного судна та запитаної висоти повітряного судна.

В ході своєї роботи диспетчери повітряного руху когнітивно інтегрують ці два уявлення, а потім приймають рішення відповідно. Іноді такі завдання мають потенціал створити стан перевантаження, оскільки складність повітряного руху зростає. Щоб допомогти контролерам керувати збільшенню обсягу повітряного руху, багато засобів автоматизації були надані, такі як оцінка запиту користувача, системи автоматизації і в тому числі великі модульні екрани, які передають інформацію без перемикань.

Управління повітряним рухом - це динамічне середовище де контролери постійно отримують великий обсяг інформації з кількох джерел для моніторингу змін в середовищі, приймати рішення та виконувати ефективні результати дії вчасно. Поки засоби автоматизації розроблені з метою збільшення потужності та зменшуючи навантаження, диспетчерам потрібно поєднувати інформацію з дисплеїв автоматики з інформацією з радіолокаційного екрану для планування своєї діяльності. Ці заходи повинні бути синхронізованими з швидким розвитком інформації. Засоби автоматизації, нові завдання управління інтерфейсом та консультація додаються до традиційних контрольних завдань. Ще й надто, використання нових інструментів вимагає наявності диспетчерів інтегрувати вимоги взаємодії нової системи до управління їх когнітивними ресурсами. Тоді не дивно, впровадження нових систем можуть запровадити додаткові складності управління завданнями АТС. Враховуючи той факт, що багато нових засобів автоматизації розробляються і, за прогнозами, будуть виведені на місце протягом наступних кількох років необхідно розробляти методи для оцінки складності інструментів.

У цій роботі буде розглянуте дослідження складності та аналіз роботи модульного екрану.

Поліпшення параметрів і характеристик великого модульного екрану для отримання інформації в багатьох випадках і функціональне дублювання в інтересах підвищення живучості системи, спроможне забезпечити необхідний рівень безпеки польотів повітряних суден.

РОЗДІЛ 1

ВЕЛИКИЙ МОДУЛЬНИЙ ЕКРАН ЯК СКЛАДНА СИСТЕМА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОКРЕМОГО АСПЕКТУ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

Модернізація систем відображення управління повітряним рухом включає більш широке використання екранів для огляду та аналізу інформації про стан навколишнього середовища навколо аеропоту. Хоча кольори можуть покращити дизайн дисплея, такі людські фактори, як читабельність та маніпуляції помітністю досі є проблематичними. Тут ми розглядаємо деякі потенційні проблеми доступності користування з інтеграцією інформації про дорожній рух та розширеною погодою на дисплеях диспетчерів.

1.1. Основні поняття і приклади побудови складних систем

Системи візуалізації з великою кількістю параметрів, які відображаються нею, прийнято називати великими або складними системами, наприклад, великий модульний екран для сприйняття інформації про стан навколишнього середовища навколо аеропорту. Складна залежність всіх елементів у такій системі потребує, щоб розроблення і дослідження будь-якої підсистеми (елемента) велися з урахуванням усіх зв'язків її із системою, в інтересах системи в цілому, з оптимальним перетворенням вхідної інформації. Введемо в дипломному проекті основні поняття і характеристики предмета дослідження.

Системи візуалізації — організований, упорядкований набір взаємопов'язаних, залежних і взаємодіючих об'єктів, призначених для цілеспрямованого взаємозв'язку з багатьма компонентами навколишнього середовища.

<i>Кафедра авіоники</i>				НАУ 21 07 08 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	Турчин Д.Є.			Великий модульний екран для оцінки диспетчером повітряного руху літаків та навколишнього середовища в зоні аеропорту	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	Ситник О.Г.					10	80
<i>Консульт.</i>							
<i>Н-контр.</i>	Левківський В.В.						
<i>Зав. каф.</i>	Павлова С.В.						

Складною системою візуалізації називається система, яка містить взаємозалежні і скоординовані між собою і середовищем систем мінімального рівня ієрархії і має спроможність до стійкого зберігання або цілеспрямованого досягнення необхідних станів (або характеристик станів) в умовах впливу зовнішніх факторів (компонентів середовища).

У складних системах процес існує на багатьох рівнях, і застосовується принцип підпорядкування нижчих рівнів вищим. Це означає, що кожна система у своєму складі є частиною більшої системи (надпорядкованої системи) і цілі кожної системи підпорядковані цілям надпорядкованих систем і служать засобом їх досягнення. Ієрархія систем відображає ієрархію цілей. Система мінімального ієрархічного рівня - це організований набір підсистем, здатних виконувати основні завдання системи вищого ієрархічного рівня. Підсистема візуалізації складається з великого модульного екрану - організованого набору елементів, здатних виконувати одне із завдань мінімальної системи.

Під структурою системи візуалізації у складі якої є великий модульний екран розуміється побудова і внутрішня форма організації системи із систем мінімального рівня, підсистем і елементів із їхніми взаємозв'язками, що визначаються розподілом функцій і цілей, виконуваних системою візуалізації.

Структура системи візуалізації у складі якої є великий модульний екран — це спосіб організації цілого зі складових частин. Ефективність структури визначається кількістю, значенням, формою й змістом її складових частин, а також місцем, яке вони займають у цілому, та існуючими між ними відношеннями.

Якість системи візуалізації у складі якої є великий модульний екран — сукупність характеристик, що визначають придатність систем для використання відповідно до функціонального призначення операторами, спроможність її до досягнення поставленої мети.

Мета системи візуалізації у складі якої є великий модульний екран — головний важливий результат роботи системи в змістовному уявленні. Мета системи математично подається цільовою функцією.

Середовищем функціонування системи візуалізації (зовнішнім середовищем) у складі якої є великий модульний екран називається множина компонентів (об'єкти, процеси, явища), із якими система взаємопов'язана, зміна яких впливає на стан системи і чий властивості змінюються в результаті функціонування системи.

Поведінка систем візуалізації у композиції, яка є великим модульним екраном, є їх реакцією на вплив. Слід розрізняти внутрішню та зовнішню поведінку. Внутрішня — забезпечує функціонування систем. Зовнішні — для досягнення мети систем.

Візуалізація складної системи (СС) - це великий модульний екран - серія взаємодій взаємопов'язаних технічних засобів, що забезпечуються окремим складом (оператором, диспетчером) і призначені для виконання незалежних службових функцій. СС включає: засоби технічного обслуговування та ремонту, засоби навчання та тренування.

Поняття складної системи тісно пов'язане з поняттям призначення системи. Кожна з розглянутих системних організацій має власну підтримку з власною ієрархією зі складними взаємозв'язками між мінімальним рівнем системи, підсистемою між собою та навколишнім середовищем.

Середовище в цьому випадку пропонує властивості, об'єктом візуалізації в композиції є великий модульний екран, система нижчого і вищого рівнів, авіація, яка взаємодіє з ними.

Таким чином, розглянута система візуалізації системи в її складі являє собою великий модульний екран системи компонентів.

1.2. Методологія системного дослідження та принципи взаємодії системи дисплеїв

Вивчаючи великий модульний екран системи візуалізації, ви також повинні дотримуватися наступних двох положень:

1. Оптимальний вибір великого модульного екрану системи візуалізації робиться при встановленні витрат на максимум цільової функції (ефективності).

2. При дослідженні великого модульного екрану системи візуалізації на робочих етапах необхідно мінімізувати матеріальні ресурси, необхідні для вирішення проблем, та умови їх витрат, одночасно забезпечуючи необхідні значення для цільової функції (ефективність).

В окремій версії великий модульний екран системи візуалізації дозволено розглядати як систему управління та відображення стану навколишнього середовища, стану неба, повітряного руху в цілому. Перед цим дослідницьким процесом можна взяти участь у синтезі алгоритму управління (синтез рішення, контроль). У цьому випадку під управлінням розуміється процес організації заходів для оптимального (квазіоптимального) здійснення цільової функції.

Розглянемо основні моменти математичної постановки задачі вивчення великого модульного екрану системи візуалізації. Синтез великої модульної системи візуалізації екрану базується на вимогах до бажаного робочого стану. Серія таких вимог формується на початку дослідження і формує логічний набір цільових систем. Складна система великого модульного екрана системи візуалізації диспетчера забезпечує виконання різноманітних вимог до змін стану та екологічних умов. Можливі (або необхідні) стани системи та середовища визначаються на початку дослідження. Ці стани - це область підготовки досліджень (дослідження об'єктів, управління об'єктами) та створення багатьох державних систем та багатьох станів середовища загальної практики, що не є перевагами.

Формулювання систем візуалізації за допомогою дисплея та їх стани - взаємозалежні процеси. У цьому сенсі говорять про парадокс мети: мета визначається державами, а держави - підтримкою. Врахування парадоксальності мети вимагає встановлення реальних, доступних цін і результатів у остаточному формулюванні призначення польотних систем після завершення моделей.

У зв'язку з тим, що складні системи звичайно є унікальними, неповторними у своєму роді, або системами, що включають складне устаткування і працюють за складних умов застосування моделей і моделювання в більшості випадків є єдиним методом дослідження складних систем.

Реальну складну систему візуалізації можна характеризувати деяким набором властивостей, що відповідають цілям її застосування і можуть бути обмірювані або обчислені. Під властивостями будемо розуміти характеристики, які відбивають поведінку реальної системи і враховують як техніко-економічні, виробничі показники, так і умови функціонування.

Процес роботи системи великого модульного екрана системи візуалізації розглядається як послідовна зміна її станів у деякому інтервалі часу (t_o, t_k) .

Позначимо їх вектором $\bar{\beta} = \bar{\beta}(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m)$, де $\beta_i = \beta_i(t)$ і назвемо параметрами системи.

Інші n властивостей є залежними від параметрів і називаються характеристиками стану (характеристиками) системи великого модульного екрана системи візуалізації, що позначаються вектором $\bar{x} = \bar{x}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ (наприклад, де $x_i = x_i(t)$ — кількість виявлених цілей, кількість збитих цілей, кількість підготовлених на технологічному потоку ракет, кут відхилення рулів ракети тощо). Стан системи великого модульного екрана системи візуалізації в кожний момент часу t_i зі згаданого інтервалу характеризується набором величин $x_1(t_i), x_2(t_i), \dots, x_n(t_i)$. Характеристики станів системи великого модульного екрана системи візуалізації можуть бути проміжними і вихідними. Проміжні характеристики станів включають і керування \bar{x}_y , що формуються в системі і використовуються для керування вихідними характеристиками, станами системи в цілому.

Вихідні характеристики (сигнали) можуть позначатися вектором $\bar{z} = \bar{z}(z_1, z_2, \dots, z_n), z_i = z_i(t)$. Характеристики станів можна інтерпретувати як координати точки в n - мірному фазовому просторі. Кожному миттєвому стану системи відповідає визначена точка, а процесу функціонування системи великого

модульного екрана системи візуалізації — фазова траєкторія. Моменту часу t_0 відповідає деякий початковий стан системи з характеристиками $\bar{x}^0 = \bar{x}^0(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$.

Характеристики системи в довільний момент часу залежать від початкових умов, параметрів системи і зовнішніх факторів (вхідних сигналів), що позначаються вектором $\bar{y} = \bar{y}(y_1, y_2, \dots, y_l)$. У загальному вигляді вхідні сигнали можуть бути контрольовані \bar{y}_k , які можуть обліковані в процесі синтезу, і неконтрольовані \bar{y}_H , причому $\bar{y} = \bar{y}_k + \bar{y}_H$.



Рис. 1.1. Складна система управління процесами візуалізації за допомогою засобів великого модульного екрана

В результаті спільного розгляду векторів $\bar{\beta}, \bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ визначаються множини G_l, G_r і G_p . Параметри і вхідні сигнали відіграють роль незалежних змінних, а характеристики залежать від них. Математичний опис стану системи подається співвідношенням.

$$\dot{x}_1 = x_1(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m; y_1, y_2, \dots, y_l);$$

$$\dot{x}_n = x_n(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m; y_1, y_2, \dots, y_l).$$

Загальний опис у векторній формі має вигляд:

$$\begin{cases} \dot{\bar{x}} = \bar{x}(\bar{\beta}, \bar{y}); \\ \dot{\bar{z}} = \bar{z}(\bar{x}, \bar{y}). \end{cases}$$

Такий математичний опис системи являє собою структурні описи моделі і дає можливість на перетині множин G_s, G_r і G_p визначити множину функціонально досяжних цілей системи G_z .

Залежності $\bar{x}(\bar{\beta}, \bar{y})$ в загальному випадку являють собою відображення між двома множинами властивостей досліджуваної системи $\{x\}$ і $\{\beta, y\}$. Вони можуть бути задані різноманітними способами: за допомогою формул, графіків, таблиць, алгоритмів, елементів реальних пристроїв.

При математичному формулюванні завдання дослідження задоволення цих вимог зводиться до виконання системи обмежень, що накладаються на ці властивості. Незважаючи на різний фізичний зміст вимог, накладених на досліджувані системи, обмеження на параметри і характеристики можна записати у вигляді системи нерівностей

$$\beta_j^- \leq \beta_j \leq \beta_j^+, \quad j = 1, 2, \dots, m;$$

$$x^- \leq x \leq x^+, \quad i = 1, 2, \dots, n;$$

де β_j^-, β_j^+ — значення j -го параметра системи, що характеризують область його можливих змін, виходячи з умов експлуатації системи, фізичних, конструктивних та інших міркувань (наприклад: ближня і дальня межа зони ураження — для дальності до точки зустрічі ракети з метою; мінімальна і максимальна швидкості цілей — для умов узгодження області спрацьовування з областю ураження і визначення ймовірності ураження мети тощо); x^-, x^+ — граничні значення вимог, накладених на i -у характеристику. Обмеження еквівалентні такій системі нерівностей, записаній у векторній формі:

$$\bar{g}(\bar{\beta}) \geq 0,$$

$$\text{де } \bar{g}(\bar{\beta}) = (g_1(\bar{\beta}), g_2(\bar{\beta}), \dots, g_n(\bar{\beta})) \quad g_i(\bar{\beta}) = \begin{cases} x_i(\bar{\beta}) - x_i^-, & \text{при } x_i(\bar{\beta}) \geq x_i^-; \\ x_i^+ - x_i(\bar{\beta}), & \text{при } x_i(\bar{\beta}) \leq x_i^+. \end{cases}$$

До обмежень можуть бути зведені обмеження типу рівностей $\bar{g}(\bar{\beta}) = 0$ шляхом заміни їх парою нерівностей $\bar{g}(\bar{\beta}) \geq 0, -\bar{g}(\bar{\beta}) \geq 0, .$

Однією з особливостей складних систем великого модульного екрана системи візуалізації є те, що в систему обмежень можуть входити характеристики,

які залежать від деякого параметра v , заданого на інтервалі $[v^-, v^+]$. Таким параметром може бути час, частота, температура. У цьому випадку обмеження на k -у характеристику системи пов'язане з виконанням умови:

$$g_v(\bar{x}, v) \geq 0; v \in [v^-, v^+]$$

Перехід від обмежень типу до системи нерівностей можна здійснити, використовуючи сітковий метод або принцип гарантованого результату. Тоді умови будуть визначати деяку множину зміни параметрів системи:

$$G_g = \{\bar{\beta} \mid g(\bar{\beta}) \geq 0\}$$

Цей вираз означає, що множина G_g складається з усіх тих векторів $\bar{\beta}(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m)$, для яких виконується система нерівностей $g_i(\bar{\beta}) \geq 0; i = 1, 2, \dots, n$

Обмеження утворюють множину припустимих значень вектора $\bar{\beta}$, що задовольняють систему нерівностей $G_p = \{\bar{\beta} \mid \beta_j \leq \beta \leq \beta_j^+, j = 1, 2, \dots, m\}$

На підсистемі кожного рівня безпосередньо і чітко впливають підсистеми вищого рівня, переважно найближчого вищого рівня. Цей ефект є обов'язковим для систем нижчого рівня. Він виражає пріоритетність дій та цілей вищих рівнів. Далі цей вплив на підлегли системи називається втручанням.

У багаторівневій децентралізованій системі можна локалізувати зміну в процедурах виготовлення рішень, змінних змінних у процесі оцінки та зменшити тим самим витрату часу та засобів. У загальному випадку система при цьому швидше адаптується.

Проте це положення підтверджує необхідність коректної забудови такої ієрархічної структури складних систем, яка поєднує в собі максимальну децентралізацію за рівнем системи та підсистеми при зберіганні необхідного рівня якості та при зберіганні умов відсутності протиріччя через цілі та завдання систем у цій ситуації. Аналіз наведеної багаторівневої ієрархічної структури систем показує, що складова система є системою мінімального рівня, тому вона організована безліччю елементів мінімального рівня з найбільшою вживаною структурою, спроектованою висновком основних системних систем ієрархічної

структури з найбільше вживаною структурою, спроможною виконувати основні задачі системи складних систем ієрархічної структури

При цьому складні системи мають несуттєві зв'язки з зовнішніми взаємодіючими системами, наприклад, із системами ієрархічної структури і системами вищого рівня системи. Ступінь централізації служить у деякому розумінні мірою поділу повноважень між рівнями системи.

Для кожної пари суміжних рівнів ступінь централізації може вимірюватися відношенням обсягу задач, розв'язуваних на $i-1$ -м рівні, до обсягу а несуттєві зв'язки з зовнішніми взаємодіючими системами, наприклад, із системами ієрархічної структури A_n і системами вищого рівня системи A_{n-1} . Ступінь централізації служить у деякому розумінні мірою поділу повноважень між рівнями системи.

Для кожної пари суміжних рівнів ступінь централізації може вимірюватися відношенням обсягу задач, розв'язуваних на 1 -м рівні, до обсягу задач, розв'язуваних на i -му рівні (наприклад, через кількість переробленої інформації). Зсув основної маси рішень у бік вищого (нижчого) рівня призводить до збільшення (зменшення) ступеня централізації.

Ознаки розбивки системи визначаються, у першу чергу, матеріальною природою об'єктів, характером процесів, що відбуваються в них, і взаємодіями між ними, обмеженнями на їхнє функціонування, а також алгоритмами керування.

До характеристик функціонування великого модульного екрана системи візуалізації належать:

- стан системи;
- поведінка системи;
- якість системи;
- цільова функція;
- показник якості;
- ефективність;
- живучість тощо.

Станом великого модульного екрана системи візуалізації в даний момент часу називається множина істотних властивостей, якими система володіє в даний момент. Наприклад, можна розглядати в таких станах: прогнозування, керування операційною готовністю, коректне функціонування.

Правильне виділення можливих станів дозволяє значно підвищити ефективність системних досліджень.

При рішенні задач часто в якості цільової функції приймають ефективність системи. Поняття ефективності системи великого модульного екрану в складних системах візуалізації визначається в рішенні транспортної задачі методом лінійного програмування і воно вужче від поняття цільової функції. Ефективність – це ступінь пристосованості системи до виконання конкретної задачі. Звичайно в якості показника ефективності використовуються ймовірності деяких випадкових подій – виконання системою поставленої задачі. У якості показника ефективності складних систем можуть розглядатися математичне очікування числа знайдених цілей. Цільова ж функція, як правило, формується з урахуванням різноманітних характеристик функціонування системи візуалізації.

Відомо, що під живучістю дисплеїв розуміється властивість системи активно, на основі певним чином організованої структури і поведінки, протистояти відхильним впливам зовнішнього середовища і виконувати свої функції в заданих умовах таких впливів. До характеристик функціонування також належать надійність, швидкодія, перешкодозахищеність, пропускна спроможність тощо. Проте визначення цих характеристик мало відрізняється від звичних і вони, як правило, є складовими елементами сформованого показника якості досліджуваної системи.

Попередній висновок. Множину G , отриману на перетині множин G_β і G_g ($G = G_\beta \cap G_g$) будемо називати припустимою областю зміни керованих змінних $\bar{\beta}$ в процесі візуалізації інформації шляхом поліпшення якості градацій яскравості.

Будь-який вектор $\bar{\beta}$, що належить припустимій області $G(\beta \in G)$ є припустимим вектором. Область G забезпечує виконання складною системою авіоніки вимог умов фізичної реалізованості, експлуатації, працездатності. Отже, система обмеження являє собою систему дисциплінуючих умов для відеостінки.

1.3. Сприйняття зображення

Автоматизована оцінка властивостей зображення високого рівня має багато комерційних застосувань, особливо таких як моніторинг повітряного стану, сприйняття цільової інформації та розуміння поведінки користувачів. Безліч досліджень зосереджено на прогнозуванні атрибутів зображення високого рівня, таких як запам'ятовуваність та розуміння. Однак існуючі дослідження з обчислювальним зоровим сприйняттям досить замкнуті, і теоретичний розрив розділяє властивості зображення високого рівня та функції комп'ютера низького рівня. Хоча згорткові нейронні мережі все частіше використовуються в цій галузі, такі дослідження дали мало уявлень про те, чому вивчені особливості представляють суб'єктивне сприйняття людиною. Дійсно, людське зорове сприйняття є суб'єктивним, неявним та багатовимірним, тому важко глибоко зрозуміти людське зорове сприйняття на основі стандартних моделей та підходів із поля комп'ютерного зору.

Сучасне дослідження емпірично визначає фактори, що лежать в основі сприйняття людиною цифрових зображень, та включає їх у обчислювальні моделі. Дослідження спирається на знахідки з різних дисциплін. Дослідження модулів паралельної обробки в зоровій системі людини свідчать про те, що для розпізнавання об'єктів важливі як поодинокі (як місцеві особливості), так і цілісні (з використанням глобальних особливостей) процеси. Дослідження багатоканального поняття свідчать про те, що клітини зорової кори є двовимірними просторовими фільтрами, налаштованими на обробку інформації на різних просторових частотах.

Мотивовані перцептивними характеристиками людини, у своїй роботі визначаються локальні особливості зображення як ознаки, що походять від зорової пильності (наприклад, ентропія карти візуального виділення зображення). Визначаються глобальні характеристики зображення як функції, що забезпечують цілісний опис зображення (наприклад, середні значення каналів H , S , V кольорового простору HSV). Ми визначили особливості просторової частоти (SF) як статистику коефіцієнтів після $2-D$ дискретного вейвлет-перетворення зображення. Щоб проаналізувати ефекти цих різних особливостей, дослідження, зосереджене на сприйнятті людського зображення, використовуючи людську психофізику, статистичну статистику та науку комп'ютерного зору. Розширений набір даних включає 400 зображень широкого діапазону семантики та типів (фотографії, комп'ютерна графіка, матові картини) з 6 різними версіями (рис. 1.2), а також людські анотації великого списку атрибутів за 6 умов. Шляхом серії поведінкових досліджень людини та статистичного аналізу розширеного набору даних, виведено що колір, локальна та глобальна інформація та просторова частота пов'язані з різними наборами атрибутів високого рівня під час сприйняття людиною.

Дослідження з оцінки зображення в основному зосереджені на прогнозуванні зображення високого рівня, таких як запам'ятовуваність зображення, зацікавленість, , візуальний реалізм та настрої. Всі перелічені показники є дуже важливими для роботи диспетчерів перед модульними екранами. Для досягнення мети покращення прогнозування використовують перелік особливостей зображення, які, як відомо, впливають на конкретне сприйняття зображення. Однак мало відомостей про те, чому ознаки передбачають таке сприйняття. Останнім часом глибокі нейронні мережі все частіше використовуються і продемонстрували перевагу в прогнозуванні запам'ятовуваності, візуального реалізму та візуальних настроїв. Але для навчання нейронної мережі потрібен широкомасштабний набір даних з людськими анотаціями наземної істини. Отримати такі великі людські дані часто дорого та трудомістко.



Рис.1.2. Зразки шести умов перегляду

В області людського зору цілісна теорія поступово вивчається протягом століття, починаючи із суперечок між структуралістами, які відстоювали роль елементів, та гештальт-психологами, які стверджували, що ціле відрізняється від суми його частин. У дослідженнях сприйняття обличчя більшість дослідників сходяться на думці, що люди використовують два паралельні шляхи - цілісний та поштучний - у такому контексті, як ідентифікація обличчя та розпізнавання виразу. Деякі дослідники зосереджуються на внеску різних просторових частотних каналів у зорове сприйняття і виявляють, що різні клітини зорової кори налаштовані на різні просторові частоти. Більше того, якщо розглядати з часової точки зору, людське зорове сприйняття зазвичай розглядається як грубий до тонкого процесу.

Наш процес сприйняття світла часто пояснюється порівнянням людського ока з фотокамерою. У випадку з камерою, регульована система лінз проектує зворотне зображення об'єкта на світлочутливу плівку. Кількість світла регулюється діафрагмою. Після створення кадру і дзеркального відображення

зображення під час збільшувального процесу стає видно двовимірне зображення знятого об'єкта.

Всередині ока перевернуте зображення проектується на внутрішню поверхню ока, так зване очне дно, за допомогою живого об'єктива.

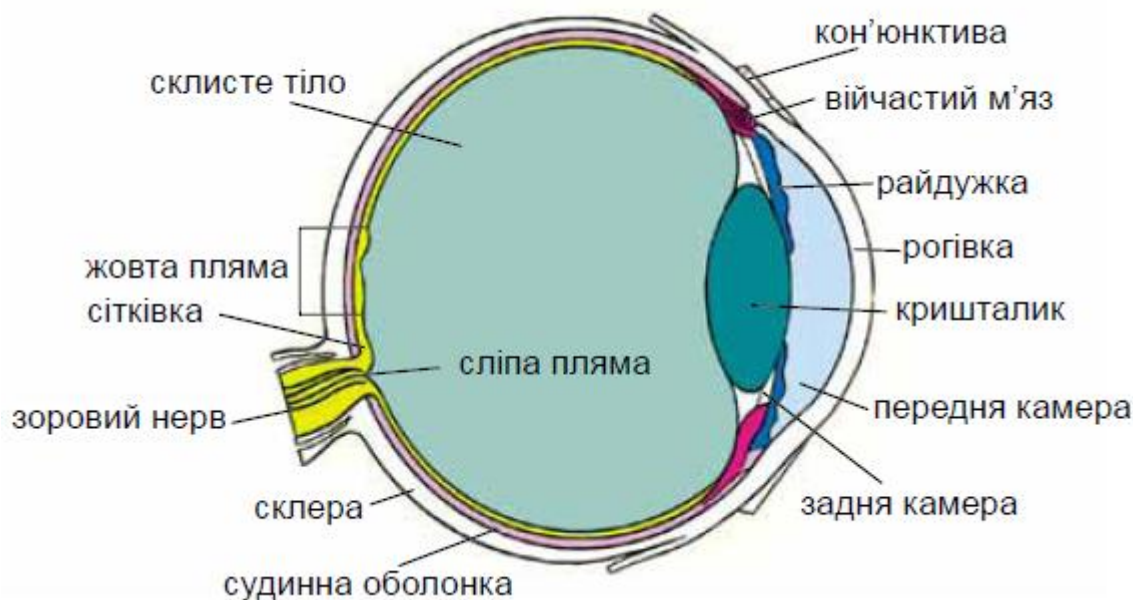


Рис.1.3. Структура ока

Зіниця бере на себе функцію діафрагми, світлочутлива сітківка роль плівки. Зображення потім транспортується через зоровий нерв від сітківки в мозок, де воно коригується в корі головного мозку і стає доступним для нашої свідомості.

Порівняння очі з камерою дозволяє нам досить легко зрозуміти процес нашого зору, але в той же самий час таке порівняння не сприяє нашому розумінню сприйняття. Проблема полягає в припущенні, що на сітківку ока проектується зображення повністю ідентично з більш прийнятною нашою свідомістю. Той факт, що зображення, яке отримується з сітківки створює основу для сприйняття є безперечним, але є істотні відмінності між тим, що насправді сприймається нашою свідомістю, і зображенням на сітківці ока.

При цьому додатково необхідно враховувати і той факт, що зображення просторово спотворено в його проекції на вигнутій поверхні сітківки - пряма лінія, як правило, зображується у вигляді кривої на сітківці ока.

Це сферичне шукання забезпечують також хроматичні аберації. Світ із різною тривалістю хвилі, що переходить в різні ступені, що приводить до того, що

з'являється ефект кольорових кілець в окрузі проглядання об'єктів. Стає зрозумілим, що людське око - не зовсім точний оптичний пристрій. Він передає просторове шукане і кольорову корекцію зображення сітчатки.

Крім цього процесу корекції є ряд інших значущих відмінностей між зображенням на сітківках та тим, що ми справді делегуємо. Якщо ми відтворюємо об'єкти, які розміщені в межах поля нашого зору на якомусь віддалені або під кутом, це породить зображення, перспективи якого шукають.

Квадратний об'єкт, що розглядається під кутом, буде виробляти трапеції очевидним зображенням на сітківках. У той самий час цей самий об'єкт може бути дійсно трапецієвидним при погляді на нього безпосередньо. Ми практично завжди можемо визначити, що ми дивимося на об'єкт саме квадратної форми, перспективу та під будь-яким кутом зору. Направляється вивід про те, що наше відтворення - не тільки плід оптичної обробки відтворюваного зображення, але плід корекції, що здійснюється нашою свідомістю.

Демонстрація моделей ока, показує його подібність з роботою фотокамер, не дає ніяких пояснень відносно того, як відтворений образ потрапляє в наше знання - воно лише транспортується в кору головного мозку, яка буде відтворюватися нами із зовнішнього світу.

Наступне питання, яке виникає, є питанням про те, є наша здатність відтворювати навколишній нас світ вродженою або вона є результатом процесу навчання? Інший момент, який слід розглядати, - це наші почуттєві враження, відповідальні за образ, отримані, індивідуальні? Або ж мозок відтворює їх у відношенні отриманого зовнішнього зображення за рахунок визначених алгоритмів?

Психологія сприйняття розділяє згадування з цього питання. Існує ряд суперечних думок, кожен з яких може надати різні докази у своєму користуванні. Але ні одна з цих психологічних моментів не може дати правдивого оголошення всіх явлень, які походять у процесі нашого візуального навчання.

Інтерпретація в знанні з іншого боку, цей факт може говорити нам про те, що наше відтворення також залежить від попереднього досвіду. Відомі форми

предметів сприймаються легше, що визнаються знайомством із невідомими. Після того, як нашим знанням будуть створені інтерпретації складних візуальних форм, вони залишаються в знайомствах навколо та служать джерелом для майбутнього співтовариства.

У разі такого досвіду та наших очікуваних, пов'язаних з ним, ефектів може бути настільки сильним, що відсутність елементів форми об'єкта відтворюються як єдине ціле або окремі деталі об'єкта, що змінюються нашим знанням для того, щоб об'єкт відповідав нашим очікуванням.

Все це говорить нам про те, що візуальне відтворення людства - дуже складний і мало вивчений процес. При створенні модульних екранів необхідно викладати не лише оптичну композиційну підготовку. Необхідно в першу чергу опиратися на ті враження, які формуються в нашій свідомості.

Процес сприйняття тісно пов'язане зі світоглядом, побудовою картини світу, конструювання образу світу и наповнення його конкретним змістом.

Розгляд динаміки процесу сприйняття як питання про вплив ментальності на сприйняття дозволяє побудувати модель сприйняття екрана зображення. Дана модель включає в себе три рівні або шари: 1) несвідомий; 2) структурний; и 3) аналітичний. Виділення даних рівнів має в своїй основі два критерії - зміст візуального матеріалу и тип сприйняття. Зміст візуального матеріалу на першому, несвідомому рівні є архетипами або образами колективного несвідомого. «Наша сучасна психологія знає, - підкреслює К.Г. Юнг, - що особистісне несвідоме є лиш верхнім шаром, що спочиває на фундаменті зовсім іншої природи. Він позначається нами як колективне несвідоме. Підставою для такого позначення є ті обставини, що, на відміну від особистісного несвідомого з його чисто особистісним змістом, образи глибинного несвідомого мають чітко міфологічний характер. Інакше кажучи, за формою і складом вони збігаються з тими всюди розлитими, початковими уявленнями, які лежать в основі міфів. Вони мають вже не особистісну, але надособистісну природу і притаманні всім людям. Тому вони виявляються у всіх міфах і казках всіх часів і народів, а також і у тих індивідів, що не мають найменшого уявлення про міфологію.

Тобто, змістом візуального матеріалу на першому рівні є також те, що в силу різного роду причин, як, наприклад, звикання до постійного впливу подразника, великий обсяг візуальної інформації, швидка зміна кадрів, коли око в змозі вловити деталі, але в силу дії фільтраційних механізмів сприйняття, візуальний матеріал не досягає рівня свідомості. Також змістом даного рівня може стати візуальний матеріал, що відносяться до категорії «табу», оскільки його досягнення рівня свідомості блокують механізми перцептивного захисту. Тип сприйняття на даному рівні може бути визначений як сугестивний.

Другий, або структурний рівень характеризується як шар, візуальний матеріал якого складають стереотипи, а також зміст свідомості, пов'язаний з фіксованими установками, що представляють собою якусь перехідну структуру, оскільки самі установки знаходяться в сфері несвідомого, але пов'язані з певним, конкретним змістом свідомості. При розгляді проблеми бачення Л. Трауберг акцентував увагу на негативному аспекті впливу на сприйняття візуального досвіду. «З'явився стереотип бачення, - зазначав він. – Людина бачить не те, що в дійсності (це вимагає зусиль), а щось умовне. Бачить стереотип». Необхідно відзначити, що така властивість фото і кінозображення, як всюдисущність, чимало сприяло стереотипізації. У книзі З. Кракауера «Психологічна історія німецького кіно» наводяться наочні приклади перетворення новаторських прийомів в стереотипи і штампи, характерні для німецького кінематографа двадцятих років минулого століття. Наприклад, якщо режисер хотів показати подорож героя на поїзді, спочатку виникали кадри коліс і частини паровоза, якщо демонструвалося відвідування нічного кабаре, то в кадрі незмінно виникали танцюючі ноги, саксофонні труби і коливаються фігури танцюючих.

Також значною популярністю режисерів того часу користувалися метафори-заміни, що зв'язують два різних предмета на екрані, показуючи їх частини крупним планом. Наприклад, при показі елегантного пана і бідної дівчини, камера спочатку ковзає по його фігурі, виникає великий план його черевик, в наступному кадрі з'являються туфлі дівчини. У багатьох фільмах даного періоду використовувався паралельний показ героя і його тварини, що знаходиться в тому

ж емоційному стані, що і герой. Використання стереотипів, кліше, штампів не втратило своєї популярності і в даний час. Одним з яскравих прикладів стереотипізації є фільми про Джеймса Бонда. Тип сприйняття, характерний для даного рівня, можна позначити як алгоритмічний, що передбачає дію в рамках заздалегідь певної схеми.

Зміст візуального матеріалу третього, аналітичного рівня складають ті елементи, які, навпаки, не вписуються в схеми і вимагають від глядача аналізу, можливо, доповнення зображення деякими деталями. До подібного візуального матеріалу може бути віднесено незвичайне екранне зображення, трансформуюче звичний образ предмета сприйняття завдяки використанню незвичного ракурсу, кольору, освітлення і так далі. Прикладом може служити використання кольору в фільмі М. Антоніоні «Таємниця Обервальда» (1980), в якому в вікно кімнати королеви вриваються пориви зеленого вітру, а одного з героїв постійно оточує бузковий ореол. Подібний візуальний матеріал представлений в перших кадрах американського фільму «Інферно» (1999), де для передачі стану головного героя режисер Дж. Евілдсен вводить кілька незвичайних ракурсів.

Це надзвичайно важливо, так як сприйняття зображень в психологічному та фізичному контексті несе в собі один з найголовніших значень в безпеці польотів. Застосування систем розпізнавання в різних областях життєзабезпечення систем відображення польотів на модульних екранах

РОЗДІЛ 2

ОСНОВИ ТЕОРІЇ СПРИЙНЯТТЯ ЗОБРАЖЕНЬ ПОВІТРЯНОГО СТАНУ АЕРОПОРТУ З ПРИНЦИПАМИ ПОБУДОВИ ВЕЛИКОГО МОДУЛЬНОГО ЕКРАНУ

2.1. Промениста енергія та її виміри для визначення поняття зображення повітряного стану аеропорту на великому модульному екрані

В системі модульних екранів потік випромінювання, оцінюваний по зоровому відчуттю, називається світловим потоком, вимірюється в люменах (лм) і визначається рівнянням

$$\Phi = K_{\lambda \max} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V_{\lambda} R_{\lambda} d\lambda, \quad \text{де} \quad V_{\lambda} = K_{\lambda} / K_{\lambda \max}$$

де V_{λ} - відносна спектральна світлова ефективність монохроматичного випромінювання, відповідна відносній спектральній чутливості ока стандартного спостерігача для денного зору.

$$\lambda_0 = \frac{2896}{T}$$

де λ_0 - спектральна ефективність при даній довжині хвилі; $K_{\lambda \max}$ - максимальна світлова ефективність для стандартного спостерігача при денному зорі; $K_{\lambda \max} = 683$ лм/Вт при $\lambda \approx 555$ нм

Світлова енергія Q вимірюється в люмен-секундах (лм с) і визначається так:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} \Phi_t dt,$$

де Φ_t - закон зміни світлового потоку у в часі.

Просторова густина світлового потоку називається силою світла, вимірюється в канделах (кд) і визначається таким чином:

Кафедра авіоніки				НАУ 21 07 08 000 ПЗ			
Виконав	Турчин Д.Є			Великий модульний екран для оцінки диспетчером повітряного руху літаків та навколишнього середовища в зоні аеропорту	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Ситник О.Г.					28	80
Консульт.							
Н-контр.	Левківський В.В						
Зав. каф.	Павлова С.В.						

$$I = d\Phi / d\Omega ,$$

Де $d\Omega$ - елементарний тілесний кут, в стерadianах (ср), в якому укладений потік $d\Phi$.

Яскравість характеризує поверхню, що світиться, визначається відношенням сили світла dI_ϕ випромінюваної в даному напрямі з майданчика ds , до проекції цього майданчика на площину, перпендикулярну даному напрямку, і вимірюється в кд/м²:

Якщо розподіл сили світла поверхневого джерела підкоряється закону косинуса,

$$L_\varphi = \frac{I_\varphi}{S \cos \varphi} = \frac{I_0 \cos \varphi}{S \cos \varphi} = \frac{I_0}{S} = L_0 ,$$

тобто спостережувана яскравість не залежить від кута спостереження. Такі випромінювачі називаються яскравими. Точно закону Ламберта підкоряється абсолютно чорне тіло, а з деяким наближенням - гіпс, полотно, молочне скло.

Світимість характеризує поверхневу густину світлового потоку рівного яскравого джерела і є сумарним потоком, випромінюваний поверхнею ds , що світиться, в межах кута 2π , вимірюється в лм/м².

Освітленість характеризується поверхневою густиною світлового потоку $d\Phi$ на опромінюваній поверхні ds , вимірюється в люксах (лк):

$$E = \frac{d\Phi}{ds}$$

Світлова експозиція характеризується величиною світлового потоку, що доводиться на одиницю площі поверхні освітлюваного тіла за інтервал часу t_2-t_1 , вимірюється в люкс-секундах (лк с):

$$H = \int_{t_1}^{t_2} E_t dt ,$$

Де E_t - закон зміни освітленості в часі.

2.2. Дослідження коефіцієнту яскравості зображень на великих модульних екранах

Характеризується відношенням яскравості L даної випромінюючої поверхні в заданому напрямі до яскравості L_0 ідеального яскравого джерела, що знаходиться в тих же умовах:

$$r_{\varphi\vartheta} = L_{\varphi\vartheta} / L_0 .$$

Аналогічно будуються і енергетичні величини. В відеостінках часто доводиться визначати необхідну освітленість об'єкту або вибирати чутливість перетворювача світлосигналу за заданою освітленістю об'єкту. Для цього користуються наближеною формулою, що зв'язує освітленість об'єкту і фотокатода (формула справедлива при лінійному збільшенні зображення на фотокатоді значно менше 1)

$$E_{\phi K} = 0,25rE_{ob}O^2T_{ob} ,$$

Де $E_{\phi K}$ - освітленість на фотокатоді об'єкту; E_{ob} - відносний отвір об'єктиву камери; T_{ob} - прозорість об'єктиву.

Необхідна освітленість $E_{\phi K}$ на фотокатоді трубки звичайно приводиться в довідковій літературі, проте слід мати на увазі, що інтегральна чутливість фотокатодів O^2 визначається при їх освітленні джерелом A ($\Gamma\text{ц} = 2854 \text{ К}$), тому при іншому джерелі, необхідна освітленість буде іншою. Освітленість визначають, використовуючи залежність інтегральної чутливості фотокатода від колірної температури джерела.

Визначити необхідну освітленість E об'єкту для передачі натурних сцен в хмарну погоду (джерело C) на відеостінку, якщо за довідковими даними передаюча трубка з сур'мяно-цезієвим фотокатодом вимагає освітленості на фотокатоді ЕАФК = 1,4 лк; об'єktiv короткофокусний з відносним отвором $E_{ob} = 1: 2$ і прозорістю $T_{ob} = 0,8$, а коефіцієнт яскравості передаваної сцени $r = 0,4$.

Оскільки джерело C має колірну температуру $\Gamma\text{ц} = 6500 \text{ К}$, для сур'мяно-цезієвого фотокатода $\varepsilon^C | \varepsilon^A = 1,9$ а потім обчислюємо необхідну освітленість на фотокатоді

$$E_{\phi K}^C = \frac{E_{\phi K}^A}{\varepsilon^C / \varepsilon^A} = \frac{1,4}{1,9} = 0,74 \text{ (лк)}$$

Враховуючи малу фокусну відстань об'єктиву, скористаємося і визначимо необхідну освітленість об'єкту

$$E_{об} = \frac{E_{\phi K}^C}{0,25rO^2T_{об}} = \frac{0,74}{0,25 \cdot 0,4 \cdot (0,5)^2 \cdot 0,8} = 37 \text{ (лк)}$$

2.3. Дослідження сприйняття простору оком диспетчера повітряного руху

Відомо, що людина володіє здатністю просторового бачення для використання цього процесу для сприйняття зображень на екрані. При бінокулярному (двома очима) спостереженні крапки B зорові осі обох очей в цій крапці схрещуються. Що утворюється між ними кут A називається кутом конвергенції, або відомості. Чим ближче знаходиться предмет, тим більше кут конвергенції (рис.2.1).

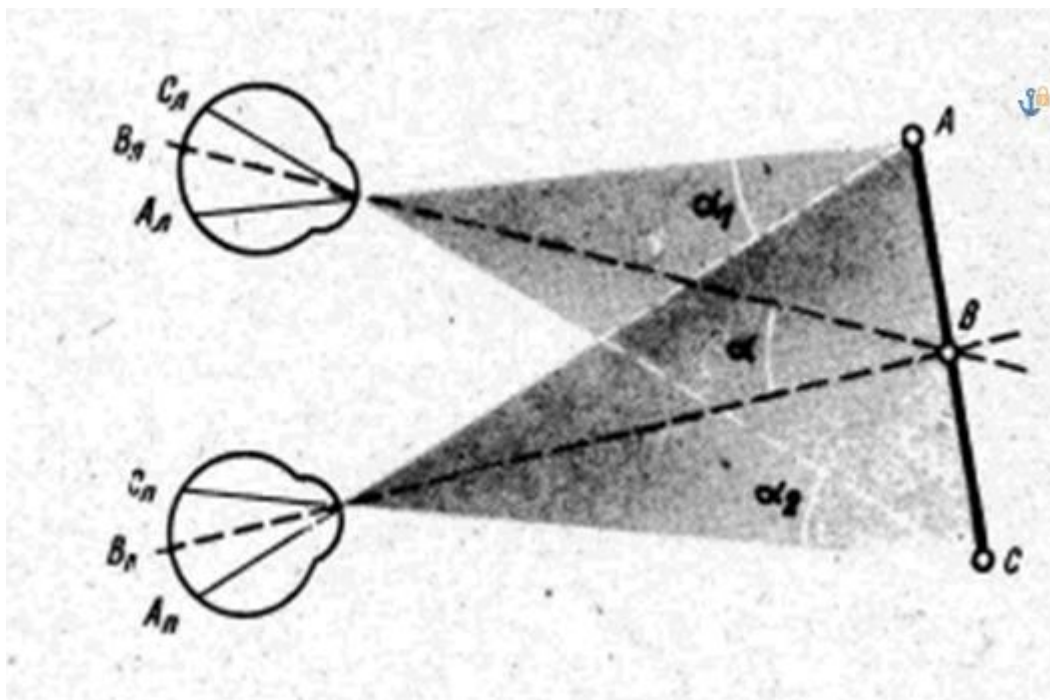


Рис.2.1. Фізіологія сприйняття кольору оком диспетчера

Хай розглядається протяжний об'єкт - пряма ABC - так, що зорові осі сконвергіровані в крапці B . Проміння, що йде в очі від крайніх точок об'єкту, утворює кути α_1 і α_2 , звані паралактичними. Різниця паралактичних кутів $\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ визначає кутовий зсув зображень крапок A і C називається паралаксом. Кутовий

паралакс приводить до утворення лінійного паралакса на сітківках очей, визначуваного різницею довжин відрізків $C_{лA_{л}}$ и $C_{пA_{п}}$. Завдяки паралаксу зображення на сітківках правого і лівого очей виявляються по-різному зміщеними щодо положення зорових осей, що і дає відчуття глибини простору. Поріг глибинного зору визначається мінімальним кутовим паралаксом і складає $10'' - 20''$.

Око сприймає світлове випромінювання в дуже широкому інтервалі яскравостей. Відношення максимальної яскравості L_{max} відповідної больовому відчуттю, до мінімальної L_{min} ще помітної оком, досягає $10^{11}-10^{12}$. Цей діапазон яскравостей охоплюється неодноразово. Око кожного разу адаптується до тієї або іншої середньої яскравості.

Зорове відчуття яскравості безпосередньо зміряти неможливо, тому його оцінюють непрямим методом. При розгляді двох сумісних півкіл яскравістю L і $L+\Delta L$, розташованих в центрі поля яскравістю $L_{ф}$, що визначає рівень адаптації ока, виникає відповідно зорове відчуття A і $A+\Delta A$. Око починає помічати відмінність яскравостей півкіл при деякому пороговому значенні $\Delta L = \Delta L_{пор}$, яке створює відчуття порогової помітності ока $\Delta A_{пор}$. Відношення $\Delta L_{пор}/\Delta L$ називається диференціальним порогом, або пороговим контрастом, а зворотна величина $\Delta L/\Delta L_{пор}$ - контрастною чутливістю ока. Ці поняття характеризують здатність очей знаходити відмінності між яскравостями суміжних полів.

Згідно з законом Вебера-Фехнера приріст зорового відчуття ΔA пропорційна відносній зміні яскравості $\Delta L/L$ графічних зображень:

$$\Delta A = \xi \frac{\Delta L}{L}$$

де ξ - коефіцієнт пропорційності. Замінивши прирости диференціалами і проінтегрувати рівняння, отримаємо

$$A = \xi \lg L + C,$$

де C - постійна інтеграції. Звідси витікає, що зорове відчуття пропорційне логарифму яскравості. Проте логарифмічна залежність відчуття від яскравості дотримується в порівняно вузькому діапазоні яскравостей на великому екрані.

Пороговий контраст залежить від кутових розмірів θ деталей. При значеннях $\theta \gg 15'$ вона практично постійна, але із зменшенням θ вона різко падає.

Як одиниця зорового відчуття вибираємо величину ΔL_{nop} , те світлове відчуття можна виміряти числом помітних градацій яскравості L . Якщо на ділянці від L_{min} до L_{max} відношення $\Delta L / L_{nop}$ постійне, тоді, очевидно, ступені градацій яскравості будуть:

$$\text{перша} - L_1 = L_{min} + \frac{\Delta L_{nop}}{L} L_{min} = L_{min} \left(1 + \frac{\Delta L_{nop}}{L} \right);$$

$$\text{друга} - L_2 = L_1 + \frac{\Delta L_{nop}}{L} L_1 = L_1 \left(1 + \frac{\Delta L_{nop}}{L} \right)^2;$$

$$\text{третья} - L_m = L_{max} = L_{min} \left(1 + \frac{\Delta L_{nop}}{L} \right)^{mL}.$$

Логарифмуючи останній вираз, одержуємо

$$m_L = \frac{\ln(L_{max} / L_{min})}{\ln(1 + \Delta L_{nop} / L)}$$

При $\Delta L_{nop} / L \ll 1$ логарифм в знаменнику можна розкласти в статичний ряд і обмежитися його першим членом, тоді

$$m_L \approx \frac{\ln(L_{max} / L_{min})}{\Delta L_{nop}} = \frac{L}{\Delta L_{nop}} \ln K$$

де $K = L_{max} / L_{min}$ - контраст зображення.

Нескладно підрахувати, що на лінійно-логарифмічній ділянці кривої A при $L_{\phi} = 34,4$ кд/м², для якого $L / \Delta L_{nop} = 25$ і до $= 25$, око в змозі розрізнити 80 градацій яскравості.

Здатність ока розрізнити дрібні деталі зображення називається роздільною здатністю і оцінюється кутом дозволу γ , тобто тим мінімальним кутом, в межах якого спостережувані оком дві розташовані крапки, що поряд світяться, ще не зливаються в одну. Величина, зворотна куту дозволу, називається дозволяючою силою, або гостротою зору. Мінімальний кут дозволу ока в області фовеа γ_0 складає близько $1,5'$. Для правого ока графік залежності відносної гостроти зору ν від кута

периферійності θ , відлічуваного від зорової осі, зачорнена область сліпої плями - вхід зорового нерва. Аналітично ця залежність добре апроксимується формулою:

$$v = 1/(20) \text{ при } 0,5 < \theta < 50^\circ$$

Нерівномірний розподіл по сітківці, а також здатність ока майже мимовільно повертатися усередині очної орбіти і при цьому фіксувати зір на самих інформативних деталях зображення забезпечують можливість при відносно малому числі фоторецепторів спостерігати зображення з високою чіткістю і одночасно роглядати простір в межах кута до 140° .

При дії імпульсу світла на око інтенсивність відчуття наростає і спадає не миттєво. Тривалість цих процесів залежить від яскравості джерел світла, спектрального складу випромінювання, рівня адаптації ока. Час наростання інтенсивності зорового відчуття складає приблизно 0,1с. Час спаду більше. В початковий момент дії імпульсу світла уявна яскравість може перевершувати сталу. Це відбувається через адаптацію ока у декілька разів. Найбільш швидко наростає і затухає відчуття від червоного кольору, потім від зеленого і синього.

Наявність інерційності зору приводить до злитого сприйняття (відсутності мерехтінь) серії світлових імпульсів, якщо їх частота повторення вище деякої критичної. Критична частота, при якій мерехтіння стають непомітними, залежить від яскравості і шпаруватості імпульсів і визначається емпіричним рівнянням

$$f_{KP} = a \lg L + b$$

де L - яскравість в кд/м²; a і b - параметри, залежні від шпаруватості імпульсів.

При шпаруватості 0,5, наприклад, $a = 10$, $b = 30$. Із збільшенням шпаруватості значення коефіцієнтів a і b зростають, що приводить до збільшення f_{kp} .

Яскравість злитого світла L_{cl} , що відчувається, згідно з законом Тальбота, визначається середнім значенням яскравості L_t переривистого світла за весь період спостереження T :

$$L_{cl} = \frac{1}{T} \int_0^T L_t dt$$

Дія на око світлового випромінювання певної довжини хвилі відчувається у вигляді кольору. Короткохвильовій межі світлового діапазону відповідає фіолетовий колір, який із збільшенням довжини хвилі поступово переходить в синій, потім блакитний, зелений, жовтий, помаранчевий і, нарешті, червоний, замикаючий довгохвильову межу світлового діапазону.

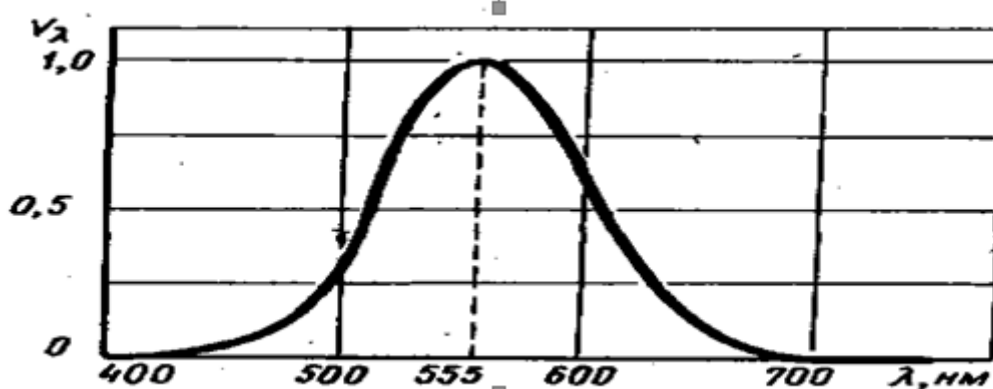


Рис.2.2. Крива бачення ока(людини)

В 1931 р. Міжнародна комісія по освітленню (МКО) стандартизувала основні кольори червоний R ($\lambda=700$ нм), зелений G ($\lambda =546,1$ нм) і синій B ($\lambda =435,8$ нм). Математично довільний колір D виражається через основні кольори R , G , B лінійним рівнянням:

$$d' D = r' R + g' G + b' B ,$$

де d' , r' , g' , b' - кількості (координати, або «модулі») відповідних кольорів, виражені в їх одиничних значеннях, а D , R , G , B - одиничні вектори основних кольорів.

При виконанні колірних розрахунків звичайно цікавляться кольоровістю, тобто якістю кольору, а не його кількістю, тому оперують відносними.

Розділивши ліву і праву частини рівняння на модуль $d' = r' + g' + b'$ кольори D , отримаємо:

$$D = rR + Gg + bB ,$$

де відносні величини r , g , b називають трибарвними коефіцієнтами, тому кольоровість однозначно визначається двома з них. Таким чином, кольоровість є двомірною величиною.

Перетнемо систему координат, побудовану на векторах площиною Q так, щоб вона проходила через одиничні значення цих векторів. Така площина називається одиничною, оскільки вектор, що закінчується на цій площині, має модуль, рівний одиниці. Сліди перетину площини Q з координатними утворюють трикутник RGB . Напрямок вектора D в просторі однозначно визначається положенням його сліду на площині Q .

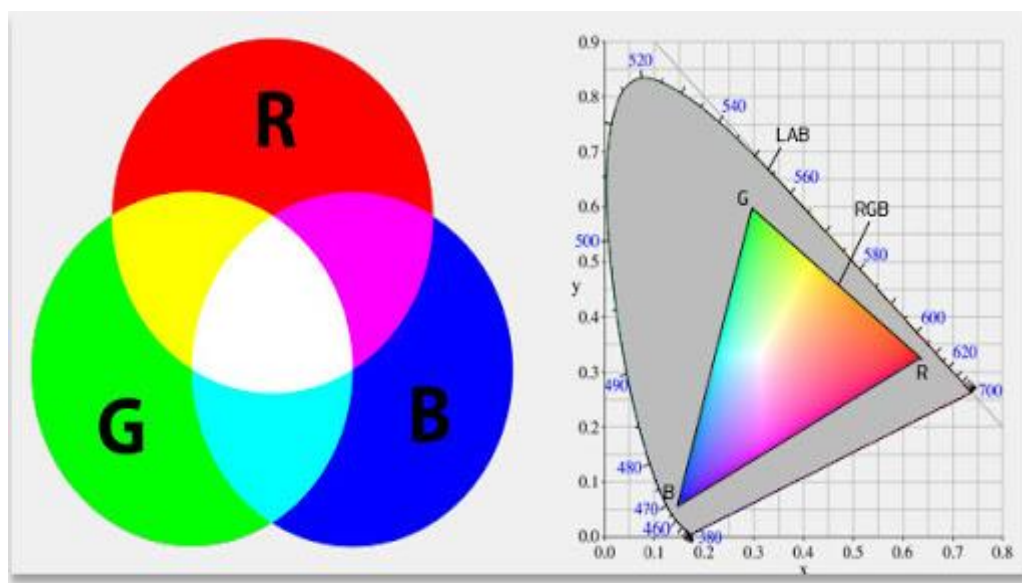


Рис.2.3. Трикутник RGB

Довільність вибору масштабів по координатних осях, а отже, і січній площині приводить до зміни форми колірної трикутника і взаємного розташування точок кольоровостей. У зв'язку з цим в колірному просторі поняття довжини втрачає значення, оскільки масштабні коефіцієнти, зв'язуючи модулі кольорів і яскравості, у різних напрямках, різні. Такий простір на відміну від евклідова називається афінним. В ньому зберігається поняття паралелі прямих і площин, але співвідношення довжин і кутів для непаралельних прямих не зберігається.

У такий спосіб експериментально в дипломній роботі встановлено, що для отримання білого рівно енергетичного випромінювання E коефіцієнти яскравості LR' , LG' , LB' одиничних кількостей основних кольорів екрану повинні задовольняти співвідношенню

$$LR' : LG' : LB' = 1 : 4,59 : 0,06.$$

Коефіцієнт яскравості L' і яскравість L , виражена в кд/м², зв'язаний простою залежністю $L = 6S_3L'$.

Якщо відомі коефіцієнти яскравості для основних кольорів екрану, значить, визначені масштаби яскравості по координатних осях, і тоді коефіцієнт яскравості L_p будь-якого кольору F може бути виражений через модулі основних кольорів:

$$L'_F = r' L'_R + g' L'_G + b' L'_B$$

Отже, кольори рівної яскравості в колірному просторі лежать в одній площині, званій рівно яскравій. Все одно яскрава плоскість паралельна між собою. Поклавши $L'_F = 0$, отримаємо рівняння площини нульової яскравості. Лінія MN перетину цієї площини з одиничною площиною Q називається безбарвною.

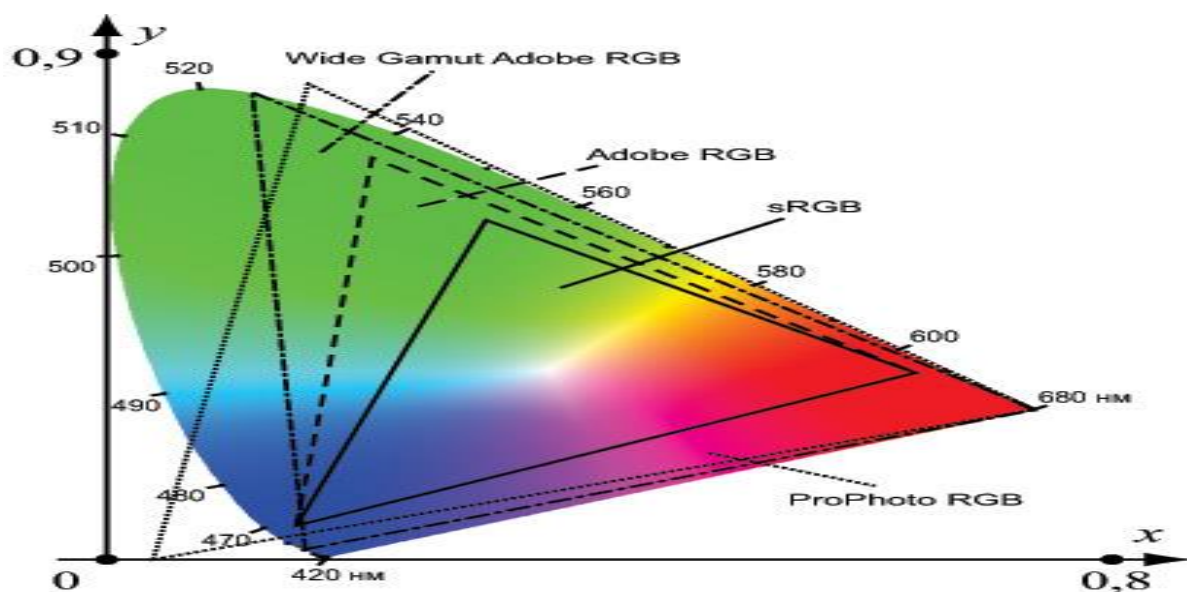


Рис.2.4. Міжнародна комісія по освітленню (МКО) стандартизувала основні кольори для екранів

Прирівнявши нулю рівняння яскравості для площини і виразити коефіцієнт b через r і g , отримаємо;

$$r(LR' - LB') + g(LG' - LB') + LR' = Q$$

Підставивши значення коефіцієнтів яскравості графічних зображень основних кольорів, знайдемо рівняння в площині Q :

Якщо спектральний колір володіє потужністю в 1Вт, та його координати називаються питомими координатами, або питомими коефіцієнтами, і позначаються рисками зверху.

$$r' = \int_0^{\infty} p_{\lambda} r_{\lambda} d\lambda \quad g' = \int_0^{\infty} P_{\lambda} g_{\lambda} d\lambda$$

Залежність питомих координат $\bar{r}_{\lambda}, \bar{g}_{\lambda}, \bar{b}_{\lambda}$ від довжини хвилі спектрального кольору модульного екрану потужністю в 1Вт називають кривими зміщення. Координати (модулі) кольору складного (не спектрального) випромінювання пов'язані з питомими координатами інтегральною залежністю. Для рівноенергетичного білого кольору $P_{\lambda} = r' = g' = d'$, звідки витікає, що і отже, площі під кривими $\bar{r}_{\lambda}, \bar{g}_{\lambda}, \bar{b}_{\lambda}$ рівні:

$$\int_0^{\infty} \bar{r}_{\lambda} d\lambda = \int_0^{\infty} \bar{g}_{\lambda} d\lambda = \int_0^{\infty} \bar{b}_{\lambda} d\lambda$$

Видно, що колірне рівняння для модульного екрану для спектрального блакитного кольору B , відповідного випромінювання з довжиною хвилі від 440 до 540нм, матиме негативний коефіцієнт

$$\Gamma = -rR + gG + bB.$$

Отже, це значить, що чисті спектральні кольори на великому модульному екрані не можуть бути отримані змішанням основних кольорів R, G, B і, отже, частина реальних кольорів лежить за межами трикутника RGB . Справедливість рівняння легко перевірити експериментально, якщо відрекомендувати його у вигляді $\Gamma + rR = gG + bB$. Видимий спектр обмежується короткохвильовою межею фіолетового випромінювання і довгохвильової червоного. Вектори, відповідні межим випромінювань, володіють нульовою яскравістю і, отже, лежать в площині нульової яскравості. Вектор F представляє граничне джерело в області фіолетового випромінювання. Цей вектор лежить в площині нульової яскравості і пронизує в площину в крапці F . У міру збільшення довжини хвилі вектор F переміщатиметься в просторі, створюючи конічну поверхню, слід перетину якою одиничною площиною утворює криву спектральних кольорів — колірний локус. Таким чином, локус (грецьке слово, «місце», що означає) є геометричним місцем розташування чистих спектральних кольорів в площині колірного трикутника RGB . Конус з вершиною на

початку координат, обмежуваний в перетині локусом і лінією пурпурних кольорів RB , утворює колірне тіло.

2.4. Колірна продукційність на дисплеях контролю повітряного руху

Монітор комп'ютера генерує колір через три люмінофорних канали: червоний, зелений та синій. Кількість люмінофора, що виділяється з каналу задається трьома цифровими значеннями: r , g та b для червоного, зеленого та синього люмінофорів відповідно. Значенням rgb вказують фізичні атрибути відображення кольору, вони не описують, як користувачі сприймають колір. Для опису сприйняття кольорів людиною визначено Міжнародну комісію з освітлення (CIE) координати кольоровості кольорів. У цьому визначенні колір може визначатися трьома змінними: x , y та L , де x і y визначають кольоровість, тоді як L – яскравість кольору. Координати x та y можуть варіюватися від 0 та 1. Значення xyL кольору можна виміряти за допомогою колориметру. Якщо вимірювання недоступні, це значення можна обчислити за значеннями rgb .

ACD - це основний радіолокаційний дисплей, який використовується в TRACON об'єктах. ACD містить зону дорожнього руху, що займає більшість екрана комп'ютера та ввімкнену панель меню у верхній частині екрана. У зоні дорожньої обстановки графічно відображаються символи положення літального апарату та на блоки даних накладаються карти, погода та кільця дальності.

Компонентами ACD є фон, меню, блок даних, кільце дальності, карти, символ літака та погода.

Модернізація систем відображення управління повітряним рухом включає більш широке використання кольорів для кодування інформації. Хоча кольори можуть покращити дизайн дисплея, такі людські фактори, як читабельність та маніпуляції

помітністю є досить проблематичними. Тут ми розглядаємо деякі потенційні проблеми видимості з інтеграцією інформації про дорожній рух та розширеною погодою на дисплеях диспетчерів. Колір палітри, яка не спеціально розроблена для багат шарових даних і може створювати велику кількість об'єктів проблем розбірливості та помітності. Використання контрасту яскравості для маніпулювання помітністю та представлення деяких емпіричних даних, що показують, що диспетчери повітряного руху демонструють великі індивідуальні відмінності в бажанні налаштуванні яскравості. Коригування користувачем контрасту яскравості для виокремлення маніпуляції повинне бути суворо обмежене на майбутніх дисплеях УПР.

Нове використання кольорів у системах відображення польотної інформації включає представлення таких об'єктів відображення, як карти повітряного простору, символи для літаків, інформацію про погоду (опади) та буквено-цифрові дані. Відображення передової погоди така інформація, як штормові рухи, вітри та короткочасні прогнози щодо відображення ситуації дисплея - це нова область потенційного використання для кольорового кодування (рис. 2.5). Погодні явища сприяють небезпеці та зменшенню ефективності експлуатаційного простору.

Досягнення в обробці потужності та технології метеорологічних радарів призвели до збільшення доступності розширення інформації про погоду в маршруті та терміналів об'єктів. На даний момент ця інформація відображається лише на робочих станціях менеджерів та керівників транспортних потоків.

Однак дослідники вивчають потенційні переваги відображення цієї додаткової інформації про погоду на диспетчерські дисплеї.

Колірне кодування має кілька потенційних переваг відображення інформації. Воно може вказувати приналежність класу до даних елементів (наприклад, яким літаком керує який диспетчер). Інші приклади з операційного програмного забезпечення та прототипів досліджень включають кольорове кодування для відображення трафіку потоків, надзвичайні ситуації, безпеку погоди та статус військових повітряних просторів спеціального використання. Це може забезпечити

візуальне групування та попереджувальну сегрегацію просторово розподілених, пов'язаних елементів графічних зображень (наприклад, усі символічні та буквено-цифрові дані, що стосуються нових зазорів траєкторії). Це також може сприяти висвітленню, яка візуально відокремлює більш нагальне відображення інформації з менш критичною контекстною інформацією.

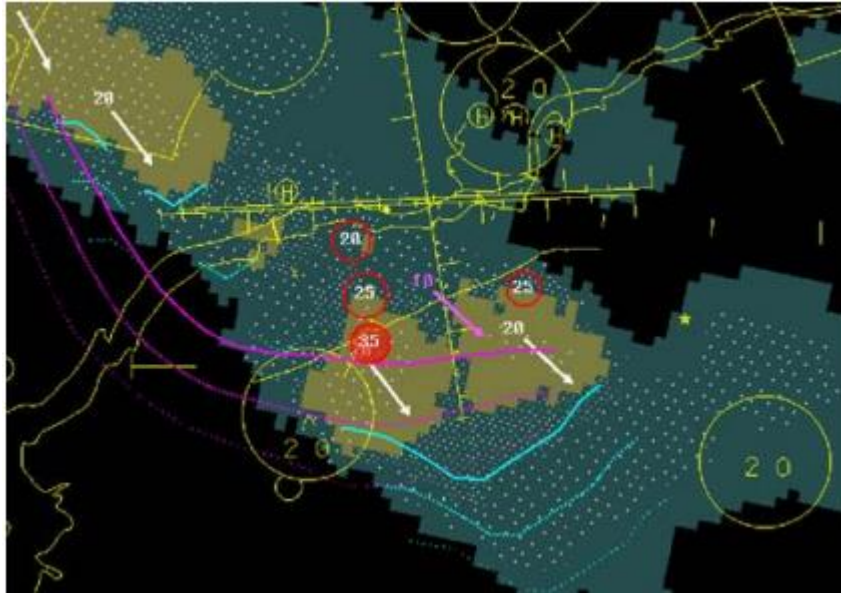


Рис.2.5. Ілюстрація рівня опадів і поглиблених показників

Інформації про погоду, яка використовується для моделювання.

Опади рівні 1-3 мають кодування "синій", а рівні 4-6 "коричневий". Розріджені пазухи представляють рівень 2 ("синій") і 5 ("коричневий"). Щільні крапки представляють рівень 3 («синій») та рівень 6 (не зображений на малюнку). Незаповнені червоні кола позначають зсув вітру та напівзаповнені червоні кола вказують на мікросплек. Білі стрілки позначають бурю рух клітини. Поточне положення штормової камери суцільно пурпурове, і екстрапольовані позиції (10 і 20 хвилин) пунктиром. Поточні пориви спереду суцільно-рожеві та екстрапольовані (10 і 20 хвилин) пунктирно.

Хоча кольорове кодування має потенційні переваги, воно представляє кілька викликів людському фактору. Розбірливість, помітність маніпуляції (уникнення безладу) та розпізнавання кольорів – це основні проблеми зручності використання екранів. Перші два – сильно впливають на знижений контраст яскравості деяких

поєднаних кольорів символів / фону. Більші графічні символи та області позначені кольором, можливі комбінації кольорів переднього та заднього планів швидко зростають. Символи літака та буквено-цифрові дані рухаються і повинні зчитуватися на будь-якому виді погоди та на фіксованому виді районів.

Деякі важливі параметри середовища перегляду історично адаптувались до засобів для їх місцевих операцій, і користувачі змогли внести деякі види регулювання кольору. Найбільш оперативні робочі станції управління повітряним рухом оснащені незалежними органами управління для налаштування яскравості об'єктів відображення. Змінюючи яскравість відображуваних об'єктів, диспетчер може підкреслити інформацію, важливу для виконання завдання (наприклад, цілі літаків), та зняти наголос на іншій менш критичній інформації (наприклад, деталі карти). Хоча попередні дослідження досліджували використання кольорів та графіків для дизайну інтерфейсу, дуже мало повідомляється про індивідуальні вподобання користувачів у маніпуляції помітністю. Зі збільшенням кількості потенціалу поєднання кольорів символів / фону, користувачі ризикують створити неоптимальну зручність використання.

Враховуючи ці занепокоєння, може знадобитися обмежити параметри коригування кольорів користувачами по-новому. Для дизайнерів була можливість надати фіксований колір палітри, розроблені для оптимального використання. Попередні дослідники запропонували основи для оптимальних кольорових палітр, які можуть використовуватися для одночасного представлення даних про дорожній рух та системну інформацію. Колірні палітри, які не є спеціально призначеними для шаруватих даних і великої кількості кольорового коду відображуваних об'єктів можуть створювати проблеми з розбірливістю та помітністю.

Зростає потреба у заздалегідь визначених, добре продуманих кольорових палітрах, які використовують кольорове кодування для встановлення пріоритетів відображення інформації.

У цьому підрозділі розглянемо деякі з потенційних можливостей проблеми можливості відображення з інтеграцією прогресивної погоди, трафіку, карти та іншої інформації про відображення ситуації диспетчера.

Деякі емпіричні дані показують, що диспетчери демонструють повітряний рух з великими індивідуальними відмінностями в своїх перевагах налаштувань контрастності яскравості.

Дані про індивідуальні особливості диспетчерів щодо яскравості контрастів як частина недавнього, більшого вивчення відображення погодної інформації в УПР. У цьому моделюючому людину циклі, дослідження операційного впливу забезпечення контролю радіолокаційного заходу на термінал контролери з розширеною інформацією про погоду в їх робочих місцях.

На (рис.2.5) показано ілюстрацію даних погоди на дисплеї ситуації, що використовується в моделюванні. Трафік, карта, графіка та оперативні елементи управління імітують дисплеї, що використовуються в сучасних системах відображення. Для погодних сценаріїв, використовуються попередньо записані дані про погоду з інтегрованої системи погодних терміналів, нова система, що входить у експлуатацію на більших потужностях. Дисплей диспетчерів дозволяє незалежні маніпуляції з відображення шести рівнів опадів. Диспетчери також можуть відображати символи, що вказують на рух штормових фронів, пориви фронту, переносники вітру та короткострокові (10-20 хв) прогнози руху штормових фронів.

Індивідуальні уподобання щодо контрастів яскравості (рис2.6.) показані середні діапазони одинадцяти індивідуальних уподобань диспетчерів щодо контрастів яскравості з 12 дисплеїв на «коричневому» тлі опадів.

Статистика контрасту яскравості є різницею логарифму яскравості символів та фону.

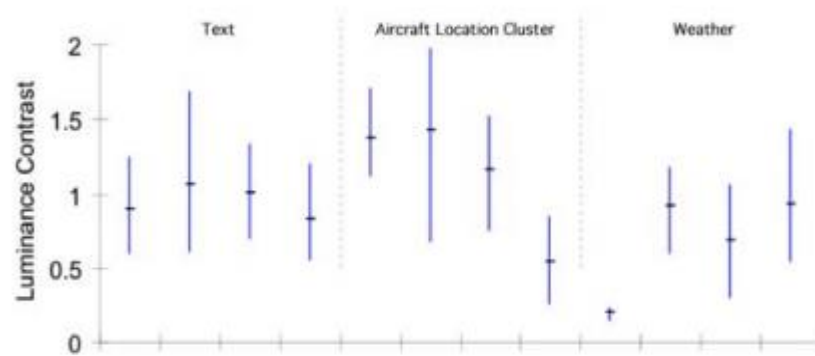


Рис.2.6. Засоби та діапазони уподобань для контрастів яскравості 12 відображуваних об'єктів на опади

Статистика контрасту яскравості - це різниця логарифмів символу та яскравість фону. Символи погоди 1 включає в себе символи для мікровибуху та вітрозахисту, а також символи погоди 2 включають символи штормового руху, пориву фронту та вітрові вектори. Ще більш вражаючим є те, що окремі налаштування представляють візуальний вигляд, який сильно відрізняється у диспетчерів.

Місцезнаходження кожного літака є позначеним скупченням символів, що представляють кілька аспектів радіолокаційної інформації. Ціль пошуку являє собою місце розташування ПС, позначеною знаком обраного радару. Ціль маяка представляє розраховане положення на основі сигналу транспондера, отриманого від літака.

У старих монохромних дисплеях контролери часто використовували незалежний контроль яскравості символів для повітряного руху і статичну контекстну інформацію, щоб відмовитись від останньої не дозволяти контексту відволікати їхню увагу від дорожнього руху. Вподобання варіювали від помірних, добре помітних контекстів до майже невидимого. У поточному та майбутньому кольорові дисплеї, з іншого боку, мають серйозні проблеми. Навіть без додаткової символіки проблема призначення належних яскравостей є складним завданням через різну гамму яскравості при різній кольоровості на кольоровий монітор (рис.2.7.). Максимально доступне освітлення насичених бірюзових, червоних і

фіолетових набагато нижчі за ті зелені, жовті і сірі. Ця неминуха структура гама монітора накладає серйозні компроміси між дискримінацією кольорів кодування та контрастів яскравостей символів.

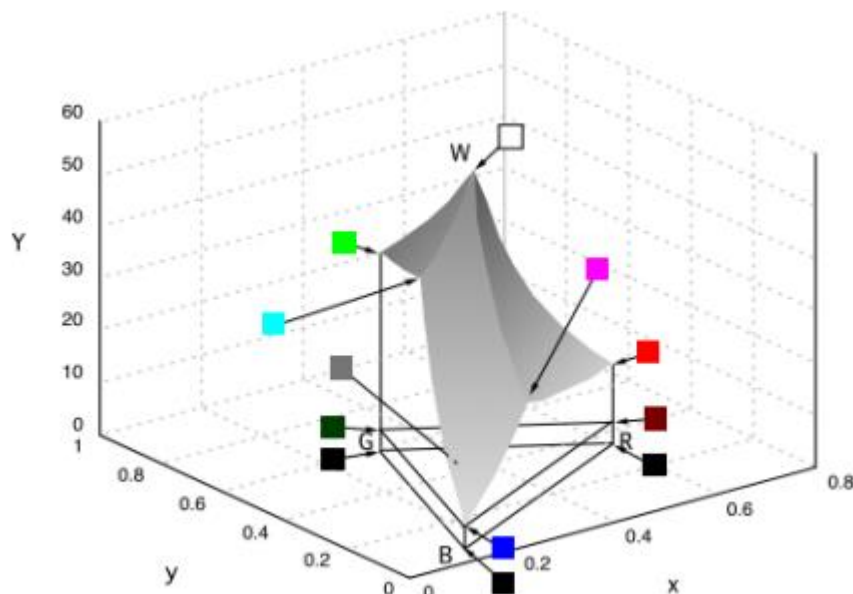


Рис.2.7. Гама кольорового монітора в координатах $xуY$ максимальна освітленість (Y), яку можна отримати в різних регіонах колірному простору змінюється в 15 разів.

Для екранів потрібна палітра, яка забезпечує добрі поля розбірливості та ідентифікації кольору для всіх символів та фонових комбінацій кольорів, допомагаючи користувачам керувати ними їхню увагу через маніпуляції контрастами яскравості. Щодо переваг, більш екстремальні випадки наголошення на одному з компонентів та деакцентування на інші мають можливі операційні ризики. Зміни в статусі з децентралізованих компонентів можуть пройти непоміченими, особливо якщо контраст низький, а увага контролера приділена спрямовані на інші літаки. Мікросплески надзвичайно небезпечні при експлуатації в зоні терміналу. Мабуть, не дивно, що деякі контролери настройки для незнайомих графіків погоди були неоптимальними. Більш екстремальні налаштування для звичних символів дорожнього руху складніше зрозуміти. Символ, наприклад, при незвичних обставинах контролерів може переплутати один із їхніх власних літаків за той, який «належить» іншому контролеру. Цілков

можливо, що ризики можуть бути мінімізовані за стандартом налаштування відносної яскравості контрастів серед компонентів.

Маючи на увазі вищезазначені міркування, прототип кольорових палітр УПР, має забезпечити достатній контраст яскравості для розбірливості усіх символів та буквено-цифрових символів на всіх фонах, маніпулювати контрастами яскравості, щоб отримати ієрархію виокремлення, що відповідає нагальності кодованих елементів даних. Заміна шести текстурованих опадів рівні з трьома суцільними кольоровими кодованими рівнями та децентрацією деякої інформація шляхом зменшення використання висококонтрастного, насиченого кольору.

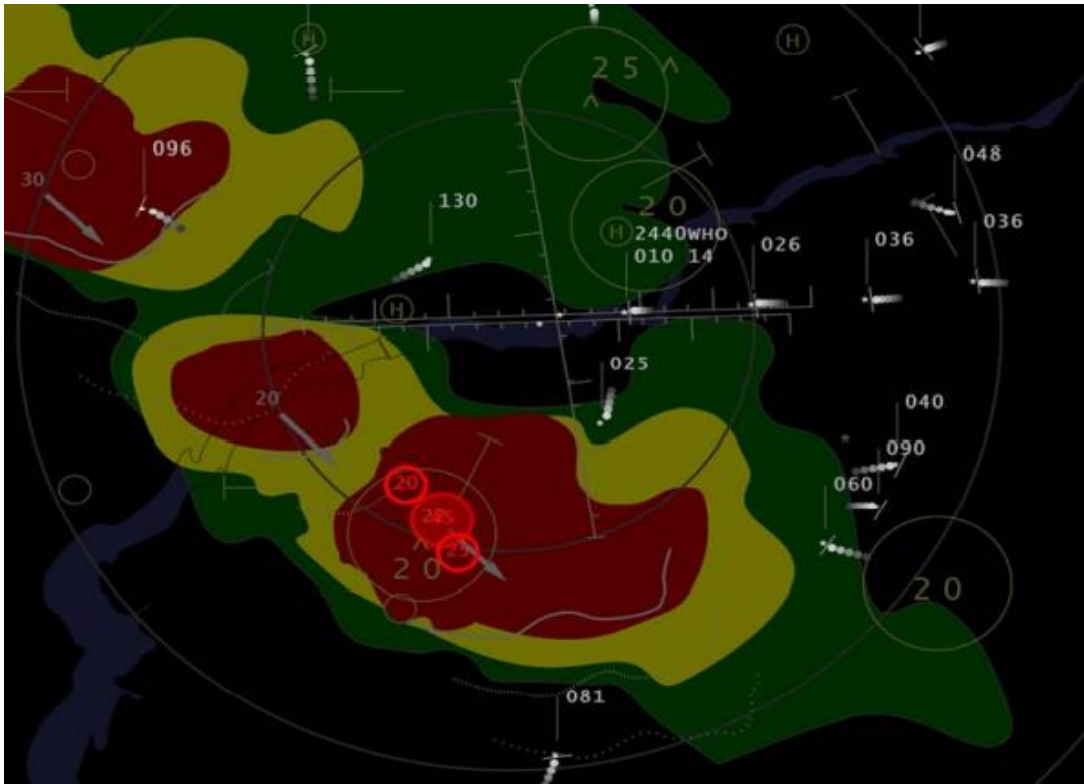


Рис. 2.8. Прототип дисплея TRACON, що ілюструє кольорову палітру, яка підтримує розбірливість, ідентифікацію кольорів та управління увагою.

Зображено шість рівнів опадів

Перший складає коди рівнів опадів кодуванню погоди на дисплеях кабіни літака. Останнє дозволяє збільшити помітність символів літаків та місцеві погодні небезпеки. Червоний колір вказує на надзвичайно небезпечну погоду (сильна турбулентність, численні небезпеки), жовтий небезпечна погода, а зелений означає менше опадів. За чинними процедурами пілоти вирішують, чи потрібно

проникати в погодний фон. Більшість пілотів уникають проникнення в кодовані червоним зони на висоті. Яскравість контрастів груп графічних елементів можуть бути скориговані обмеженим діапазоном, щоб врахувати зміни в окремих дисплеях, середовища перегляду та особисті дані користувачів преференцій, але недостатньо, щоб перемогти цілі виокремлені ієрархії або загрози розбірливості.

Тож, можна прийти до висновку, що є надзвичайно важливим аспектом сприйняття візуальної інформації диспетчером, залежність кольору та контрасту на екранах які використовуються для відображення інформації про стан навколишнього середовища та стану неба. Потрібно зазначити, що кольори та яскравість впливає на емоційний стан та фізичну працездатність оператора, що є важливою умовою безпеки польотів. Правильне налаштування кольорів та яскравості моніторів дають змогу оператору належно виконувати свою роботу та без втоми для очей та свідомості відрізнити інформацію про стан польоту та неба.

2.5. Побудова відеостінок для диспетчерських і ситуаційних центрів

Ситуаційний (диспетчерський) центр (далі СЦ, ДЦ) - це приміщення (зал, кімната), оснащений засобами індивідуального та колективного пред'явлення всілякої відео, аудіо, комп'ютерної інформації від зовнішніх, по відношенню до центру, джерел, а також від серверів самого СЦ або ДЦ. Крім того, джерелами інформації можуть служити комунікаційні та зв'язкові обладнання (відеоконференцзв'язок, внутрішній конференц-зв'язок, зовнішній телефонний або радіозв'язок, видача цифрових або аналогових команд на зовнішні виконавчі пристрої). Основне призначення таких комплексів це організація оперативного аналізу інформації, що надходить, з подальшим реагування і прийняттям управлінських рішень, а також контролю і моніторингу об'єктів різної природи, ситуацій та інших функції.

До обладнання, інтегрованого в диспетчерських і ситуаційних залах, висуваються такі вимоги:

1. Розмір і розширення екрана повинні бути оптимально підібраними і

відповідати запланованим функціональним завданням (забезпечення виведення необхідної інформації).

2. Широкий кут огляду, що дозволяє операторам бачити всю важливу інформацію зі своїх робочих місць.
3. Стабільна і безперервна робота протягом тривалого часу (24 години на добу, 365 днів у році).



Рис.2.9. Поліекран

Як правило, кожен СЦ або ДЦ мають великий поліекран (відеостіну) з відображенням загальної інформації і безлічі робочих місць операторів-диспетчерів, які отримують необхідних для роботи даних. При необхідності, завдяки продуманій технології комутації і відображення відеосигналу, індивідуальний матеріал з місць операторів може бути миттєво виведена на загальний екран.

Так як поняття ситуаційного центру порівняно нове, чітко загальноприйнятого поділу на ситуаційні і диспетчерські вузли поки немає. Умовно можна вважати, що в диспетчерських пунктах здійснюють управління формалізованими процесами, що мають близьку до фіксованої технологічну схему та алгоритми управління.

Основні вимоги щодо організації диспетчерських або ситуаційних пунктів, полягають в комфортному поданні різних відео даних, що відображаються на головному екрані.

Погана видимість відображення даних на колективних екранах (відеостіни), неправильна розсаджень операторів по залу, непродумана ергономіка їх робочих місць, можуть зробити роботу всієї системи неефективною, навіть маючи гарне програмне та інженерне забезпечення. В ідеалі, повинна забезпечуватися зручна і комфортна робота для всіх, хто знаходиться в центрі без необхідності залишати свої місця для участі в обговоренні.

Основним елементом щільної і динамічної взаємодії є головний поліекран або відеостіна, на яких можуть відображатися десятки всіляких зображень, графіків, схем та інше.

Відеостінка або поліекран служить для показу зображення, електронних карт, графіків і діаграм, функціональних і структурних схем, текстової документації. Залежно від призначення це може бути цілісна модульна відеостіна, набрана з дисплеїв великої діагоналі або інформаційних матричних панелей, яка характеризується тим, що на ній може виводитися як одне величезне зображення по всій площі, так і кілька різних фрагментів (вікон), що займають одне або відразу кілька осередків.

У диспетчерських залах можливий і більш простий варіант, коли передній фронт займає набір окремих багатоекранних дисплеїв, кожен з яких, в основному, прив'язаний до свого зовнішнього джерела (або кількох джерел). Це може бути, наприклад, система збору інформації про дорожню ситуацію з камер відеоспостереження, встановлених на дорогах і перехрестях. Отримання великої загальної картини тут не передбачається, зазвичай такий набір дисплеїв встановлюється на спеціальних моніторних стелажах.

Контролер управління відеостіною приймає в цифровому і аналоговому вигляді інформацію від комп'ютерів операторів-диспетчерів, зовнішніх джерел і передану по мережі, генерує інформацію від запущених на ньому додатків у

вигляді програмних вікон, управляє розміщенням окремих зображень по осередках поліекрана.

Технічні засоби для дистанційного контролю обладнанням і комутації зображення, звуку на усі присутні системи відображення та звукопідсилення. До складу інтегрованого управління входять центральний керуючий процесор, контролер відеостіни, основний блок конференц-системи, обладнання відеоконференцзв'язку, відеореєстратори, матричні комутатори, цифрові дискові відеореєстратори, програми для управління через комп'ютер асистента, контрольні монітори асистента, обладнання для підключення до інтернету та локальної мережі.

Відеостіна (великий модульний екран) - це система колективного відображення інформації, що складається з окремих дисплеїв, що створюють єдиний інформаційний простір.

Найперші відеостіни в 70-х роках 20 століття були побудовані на основі електронно-променевої трубки, як у старих телевізорів з кінескопами. Очевидно, що така технологія не могла забезпечити мінімальні зазори між зображеннями на сусідніх дисплеях і більш-менш прийнятний термін служби.



Рис.2.9. Великий модульний екран

Через 10 років з'явилися перші моделі відеокубів і саме вони стали тією технологією, з якої почалися відео стіни в тому вигляді, в якому вони існують зараз - модульна конструкція з мінімальними міжкранними зазорами. Модульні екрани перші досягли величини зазорів менш 1мм. Спочатку розширення відеокубів було дуже невеликим - 800x600 або 1024x768, але поступово розширення росло і зараз типовим є 1920x1080 (Full HD) або 1920 x 1200.

Як тільки з'явилися ЖК і плазмові дисплеї великих діагоналей, їх відразу почали приміряти для використання в складі відеостін, але великі рамки серйозно обмежували таке їх застосування.

Прорив стався більше десяти років тому, коли з'явилися перші моделі РК і плазмових дисплеїв з тонким міжкранним зазором. Перші LCD для відеостін мали зазор 7,3мм. з діагоналлю 46 дюймів і роздільною здатністю 1366x768, а плазмові дисплеї мали діагональ 42 дюйми і дозвіл 853x480 і зазор 4 мм.

За десять років розвитку РК-модулі наздогнали відеокубів по зазору - 0,88мм, розширилася лінійка діагоналей - 46, 49, 55 дюймів і дозвіл став 1920x1080.

Як правило, ступінь важкості основного поліекрану залежить від функціональних завдань та передбачуваної методики роботи ДЦ або СЦ. Також від вихідного архітектурно-будівельного рішення обладнаного залу (його висоти, співвідношення сторін у планеті, наявність колони та ін.), загального планування приміщень, головного елементу, що є місцями розташування консолей операторів-диспетчерів щодо відношення до переднього фронту.



Рис.2.10. Велика модульна відеостіна

Крім того, при побудові відеосигналу в диспетчерських або ситуаційних закладах можна впливати на такі фактори, як необхідність виведення цілого зображення на всю площу екрану або більшу частину модулів (вікон), або одночасних поєднань, показаних на зображенні різного розміру (наприклад, передача зображень від вторинних джерел сигналу лише на одиночні вікна (дисплеї), а від самого важливого - відображення зразка на 4 модулі).

Основний дисплей може бути не тільки плоским, але і фігурним, наприклад, формуючи дугу з окремих прямих частин або розділених на сегменти, розташованих вздовж трьох стін приміщень. У останньому випадку це реальне використання трьох відеостін в одному залі.

Перед характеристикою конкретних технічних рішень, важливо ознайомитися з кількома загальними вимогами та рекомендаціями, пов'язаними з зручністю читання інформації з дисплеїв більших розмірів.

Співвідношення кожного з екранів слідє приймати 16: 9, а не 4: 3, так як воно ближче до поля бінокулярного зору людини. Це значення має цілеспрямовано витримувати для великих картинок, вивідних договорів на кілька комірок. Якщо є об'ємна картинка розміром 2x2 комірки вдало для відтворення, то в цей час, як 3x2, є попередньо допустимою, хоча і не бажано. Крім того, більш широкі зображення не можуть одночасно відтворюватися операторами як єдині

сегменти, що дозволяють знизити рівень уваги до малоорієнтованих учасників головного монітора.

Відстань від поліекранів до спинок крісел найближчих операторів-диспетчерів має бути не менше 1,4 висоти зображення, що диктується вертикальним кутом поля зору людини. При цьому, що саме враховує зображення залежить від структури основного дисплея та приймаємої методики роботи.

Якщо є необхідність надмірно, правильно та легко відтворювати дані об'єктивних картинок, то коефіцієнт 1,4 стосується саме висоти цих зображень. Якщо більші зображення є чисто ілюстративними, а також з важливою інформацією, наприклад, буквено-цифрові дані, виводитимуться лише в одиночні вікна, тому коефіцієнт відноситься до висоти цих вікон.

Висота зображення за нормами повинна складати не менше 0,18 стадії до спинку крісел найдавніших операторів-диспетчерів. У випадку, коли почнуть перевіряти (не будуть різними) мілкі деталі малюнків, що підключають за собою монотонне відтворення даних операторів (перестановка «крутити голову», переводить огляд) і швидко виводить усталеність від перегляду.

При використанні в якості модуля поліекрани телевізорів з роздільною здатністю 4К оперують значення висоти менше 0,18 недопустимо. Поняття високих зображень і тут може бути різним, аналогічно описаному вище стандарту.

Таким чином, зону розташування консолей операторів-диспетчерів нереально організувати в глибині з більшим числом рядів. Саморозподіл повинен бути упорядкованим у ширині, з кількістю рядів від одного до трьох. Однак і за шириною також є обмеження. Лінія вигляду (кут від плоскості екрану) на протилежній від крайнього оператора кромці головного дисплея повинна бути не більш ніж 45 градусів.

При розташуванні місцевих операторів в межах ряду та складі типових схем завантаження окремих комірок поліекрана інформацією, потрібно намагатись,

щоб оператор сидів навпроти (як можна ближче до перпендикуляра), які виводять важливої для цієї операторської інформації.

Власне дозвіл панелей або дисплеїв, що утворюють єдиний дисплей, має бути Full HD (1920x1080), щоб зображення було добре промальоване (деталізоване). Особливо це важливо, якщо картинка буде збільшуватися для відображення відразу на кілька осередків.

Можна рекомендувати використовувати новітні більшоєкранні плоскі телевізори з дозволом 4K (Ultra HDTV, UHD, 3840x2160). Навіть не дивлячись на те, що такі відеоматеріали для показу, знімальні камери і апарати-джерела тільки починають з'являтися, застосована в цих телевізорах технологія конвертації зображення в формат UHD дозволяє поліпшувати якість зображення від будь-якого джерела відеосигналу.

Також, допустимі відстані сприйняття зображень прив'язані до висоти, а не до ширини або діагоналі зображення і, в цілому, не залежать від дозволу моніторів. Висока роздільна здатність забезпечує хорошу якість картинки, що робить більш легким сприйняття будь-яких зображень, розрізнення текстів і зменшує втому операторів від постійних переглядів. Матеріал для бази даних потрібно готувати з огляду на фактичний дозвіл і відстань до найдальших місць операторів (наприклад, правильно вибирати висоту шрифтів тексту).

Відеостіна на базі проекційних кубів володіє найкращими характеристиками по відображенню графічної інформації, а також має безшовний стик між окремими відеокубами.

Розширення комп'ютерних моніторів, встановлених у операторів-диспетчерів, повинно бути Full HD (1920x1080), для того, щоб зображення було легко ретранслювати на головну відеостінку без погіршення якості шляхом «перерахунку» картинки.

Так як розглядається використання поліекрана тільки всередині приміщень, яскравість панелей або великоєкранних дисплеїв повинна становити в межах 500-800 кд / м² і більше. Дуже важливо забезпечити максимально близьку яскравість

всіх осередків. Якщо передбачається можливість використання об'єднаних зображень, тоді відстані між екранами (стики, шви між окремими осередками на загальній картинці) повинні бути мінімальними. Вважається, що якщо ширина стику становить приблизно $1 / 700 - 1 / 900$ від відстані відео стіни, стик перестає погіршувати сприйняття об'єднаного зображення, створюючи враження цільної конструкції.

Поліекран може бути зібраний на основі рідкокристалічних (LCD і LED), плазмових, світлодіодних матричних панелей, а також просвітніх проєкційних відеокубів (із зворотною проєкцією).

Останні мають значну товщину в порівнянні з першими двома, велику вагу, виникають складнощі із забезпеченням рівномірної яскравості в межах загального екрану, плюс вони більш складні в обслуговуванні через застосування всередині екранів мультимедійних проєкторів. Перевагою їх є мінімальні міжекранні проміжки (зазори, шви), які обчислюються за все в пару міліметрів. Однак останнім часом такі відстані між панелями можливо досягти і при використанні LCD або плазмових екранів. Тому, застосування відеокубів останнім часом різко скоротилося і більш докладно говорити про них ми далі не будемо.



Рис.2.11. Відеостіна (модульний екран) з кубів

Великий екран на основі LCD-панелей має цілий ряд привабливих властивостей. Наприклад, ультратонкі відеостіни Planar Matrix з архітектурою G2 американської компанії Planar Systems. У даних моделях блок живлення і модулі електроніки винесені за межі панелей і можуть бути змонтовані в іншому приміщенні - на відстані до 60 метрів від головного дисплея (100 метрів при використанні модулів з вбудованими підсилювачами).

Коллективний дисплей виходить надтонким, легким, повністю безшумним, має знижене тепловиділення в області екрана. Крім того, передбачена система спеціальних кріплень, в якій кожна панель монтується окремо і можна демонтувати або замінити будь-яку (навіть центральну) панель без зняття інших шляхом фронтального доступу до них. Залежно від моделі зазор між екранами може становити 5,5 або 3,7 мм, діагональ екранів окремих моделей дорівнює 46 і 55 дюймів, роздільна здатність становить 1920x1080 пікселів. Інсталяційна глибина конструкції в настінному виконанні всього 90 мм. Професійний поліекран від компанії Planar на базі професійних LCD моніторів є одним з кращих рішень по інсталяції систем відеовідображення.



Рис.2.12. Planar Matrix

Контролер полієкрана також від компанії Planar підтримує сучасні цифрові відеоінтерфейси (HDMI і DisplayPort), що дозволяють під'єднання до джерел з дозволом аж до 4K (Ultra HD) і відображати на панелях Matrix G2 зображення з високою деталізацією. Нова функція ORBITING запобігає прояв ефекту «залипання пікселів» (Image Retention) при тривалому відображенні статичної інформації, що особливо важливо при використанні полієкрана Matrix G2 в диспетчерських пунктах, де відображення статистичної інформації є основним режимом використання.

Система Planar Matrix з архітектурою G2 в цілому є дуже високоякісною, розрахованою на цілодобову роботу 7 днів на тиждень, проте надто дорога.

Для здешевлення проекту відеостіну можна закуповувати не як єдину систему, а зібрати на панелях будь-якого виробника з окремою закупівлею каркаса стіни і застосуванням окремого контролера управління іншого (щодо панелей) виробника.

На додаток можна згадати про корейську фірму Samsung, яка випускає спеціальні великоекранні тонкі LED дисплеї з діагоналлю 55 і 46 дюймів з підтримуваним дозволом 1920x1080 пікселів, з шириною рамки 5,5 мм і стандартним кріпленням VESA 400x400 мм. Опціонально поставляються спеціальні байонети для скріплення панелей між собою і до каркасу полієкрана. Товщина цих дисплеїв дорівнює 31 мм, вага - 13,3 кг (для дисплея діагоналлю 55 дюймів). При цьому відеостіна зібрана на базі цих панелей не вимагає окремого контролера, так як відповідні функції вбудовані в сам дисплей (навіть без використання додаткового ПК).

Панелі можна збирати не тільки в горизонтальному, але і в вертикальному положенні (з поворотом зображення). Крім того, забезпечується узгоджена передача кольору в межах всіх дисплеїв. Крім описаних типів є варіанти з більш яскравими показниками екранів (700 замість 450 кд / м²) з такими ж діагональними розмірами, що забезпечують ширину стику всього в 3,5 мм. Однак

дані панелі товщі і важче (86 мм і 23,3 кг для дисплея діагоналю 55 дюймів), а також споживають більше електроенергії (210 замість 120 Вт).

Можна сказати, що професійні дисплеї для інтеграції в диспетчерські і ситуаційні центри випускають і інші виробники. Наприклад, японська фірма Panasonic пропонує LED дисплей TH-55LFV70W з діагоналю 55 дюймів і вузькою рамкою, що забезпечує товщину шва між екранами 3,5 мм. Яскравість екрану - 700 кд / м². Вага панелі приблизно 30 кг, а товщина дорівнює 95 мм. Зазначений дисплей дозволяє підключення по послідовно-пріоритетному ланцюжку з керуванням по RS-232 і має функцію підтримки конфігурації: 2x2, 3x3, 4x4, 5x5.

Відеостіни сконструйовані на плазмових панелях (по відношенню до рідкокристалічних) забезпечують велику яскравість, невелику товщину пристроїв, відносно низьку вартість і найвищу контрастність. Але розрив в якості зображення між плазмовими і рідкокристалічними панелями швидко скорочується.

Недоліками плазмових дисплеїв є менший термін служби, вигорання ділянок екрану при тривалій трансляції статичного зображення (хоча на професійних панелях є функція компенсації вигорання), велика споживана потужність і підвищене тепловиділення, що може зажадати сконструювати спеціальне охолодження. В результаті розглянутих характеристик плазмові панелі стали використовуватися рідше.

Як приклад можна привести плазмові дисплеї Каліфорнійської (США) компанії Orion PDP (вони ж випускають і LCD-панелі).



Рис.2.13. ORION

Шов між панелями на основі плазмових екранів ORION OPM-4260 складає всього 1,9 мм (безшовна відеостіна). Діагональ панелі - 42 дюйма, яскравість - 1700 кд / м², контрастність - 30000: 1, вага - 21,7 кг, однак дозвіл даної моделі - 854x480 пікселів. Максимальна споживана потужність - 360 Вт, товщина панелі - 73 мм.

Для порівняння, LCD панель (з LED підсвічуванням) ORION OLMU-5550 має товщину шва 3,5 мм, діагональ - 55 дюймів, яскравість - 700 кд / м², контрастність - 1400: 1, вагу - 32 кг, дозвіл - 1920x1080 пікселів, максимальну споживану потужність - 270 Вт (при великій діагоналі, ніж у наведених раніше плазмових), товщину панелі - 100,4 мм, життєвий цикл - 60 тис. годин.

Для управління модульними екранами з панелей двох зазначених типів фірма Orion випускає спеціальні контролери.

Модульні світлодіодні екрани (які раніше використовувалися тільки на вулиці в якості рекламних носіїв) тепер застосовуються і в приміщеннях. Вони перевершують плазму, LCD панелі і відеопроєкційне обладнання, як по контрастності, так і по яскравості і куту огляду, що дозволяють створювати суцільні відеоекрани значних розмірів без стиків і швів.

Основний недолік полягає в великому кроці точок, наприклад, 4, 6, 10, 13, 16 мм. Це призводить до того, що для комфортного перегляду диспетчери повинні знаходитися на пристойній відстані. Мінімальна відстань спостереження для отримання згладженого зображення приймають рівним кроку пікселів, помноженому на 750-1000. При цьому, якщо превалює буквено-цифрова інформація, можна орієнтуватися на менше значення, а для випадку відеозаписів і трансляцій потрібно приймати більше.

Сьогодні, світлодіодні (LED) екрани є найпопулярнішими засобами для відображення різного рекламно-інформаційного контенту в будь-якій сфері діяльності.

Загальний дозвіл таких екранів (інформаційна ємність) завжди менше, ніж у екранів з LCD і плазмових панелей, так як через великий крок пікселів, екран з високою роздільною здатністю стане дуже великим за розмірами. Для одиночного світлодіодного екрана мінімальним слід приймати дозвіл 768x576, щоб можна було виводити телевізійну картинку стандарту PAL і SECAM.

Так як в даному підрозділі розглядається застосування екранів всередині приміщення, самими найважливішими показниками виступає функціональне призначення, крок пікселів і їх загальна кількість, але ніяк не яскравість. Остання може становити 1500-2000 кд / м², а більш значення не потрібні.

Практичні висновки з вищевикладеного зводяться до того, що світлодіодні екрани слід розглядати як варіант для залів великого розміру (подовжених), в яких на цей загальний екран в основному виводиться заздалегідь підготовлена буквено-цифрова і графічна інформація і рідше оглядові трансляції від зовнішніх відеоджерел. Вся конкретна оперативна інформація надходить тільки на монітори операторів-диспетчерів. Сегментування великого екрану на окремі вікна, як правило, не передбачається, так як у нього недостатній загальний дозвіл.

Для використання в приміщеннях пропонуються екрани з кроком пікселів від 3 до 10 мм. При цьому, чим менше крок, тим нижче яскравість і вище вартість.

Наприклад, модуль LED SMD P4 китайської фірми Flylights має крок пікселів 4 мм, розмір модуля 128x128 мм, яскравість 3000 кд / м², споживана потужність 350 Вт / м², а модуль LED SMD P3 відповідно 3 мм, 192x96 мм, 1500 кд / м², 350 Вт / м² і стоїть в 1,9 рази дорожче. Китайська фірма VISS Lighting пропонує модулі з кроком 2,8, 3,7, 4,6 мм з яскравістю в межах 900-1500 кд / м². Їх модулі поставляються в вигляді панелей (блоків) розміром 600x600x70 мм.

Робота сучасних диспетчерських пунктів нерозривно зв'язана з аналізом великих об'ємів візуальних даних. Отже, для підвищення ефективності роботи, зменшення навантаження на пам'ять та очі використовують великі модульні екрани. Являють собою великі екрани, які дозволяють в багатовіконному режимі демонструвати графічну інформацію, отриману від різних джерел. Декілька операторів можуть одночасно продивлюватись дані, які виводяться на екран.

РОЗДІЛ 3

РЕКОМЕНДАЦІЇ І ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК МОДУЛЬНИХ ЕКРАНІВ

Вежі управління повітряним рухом оснащені надзвичайно надійними, довговічними промисловими дисплеями, які збільшують видимість диспетчерів повітряного руху, коли вони організовують та пришвидшують повітряний рух, запобігають зіткненням та забезпечують повітряну підтримку пілотів.

Промислові монітори у вежах, як правило, виготовляються з алюмінієвого покриття з порошковим покриттям і розроблені відповідно до стандартів NEMA 1 або NEMA 12. Це забезпечує захист внутрішніх компонентів від пилу, потрапляння бруду, непрямого розбризкування, а в деяких класах - від потрапляння корозійних рідин. Ці промислові монітори стійкі до крапель, пилу та іржі.

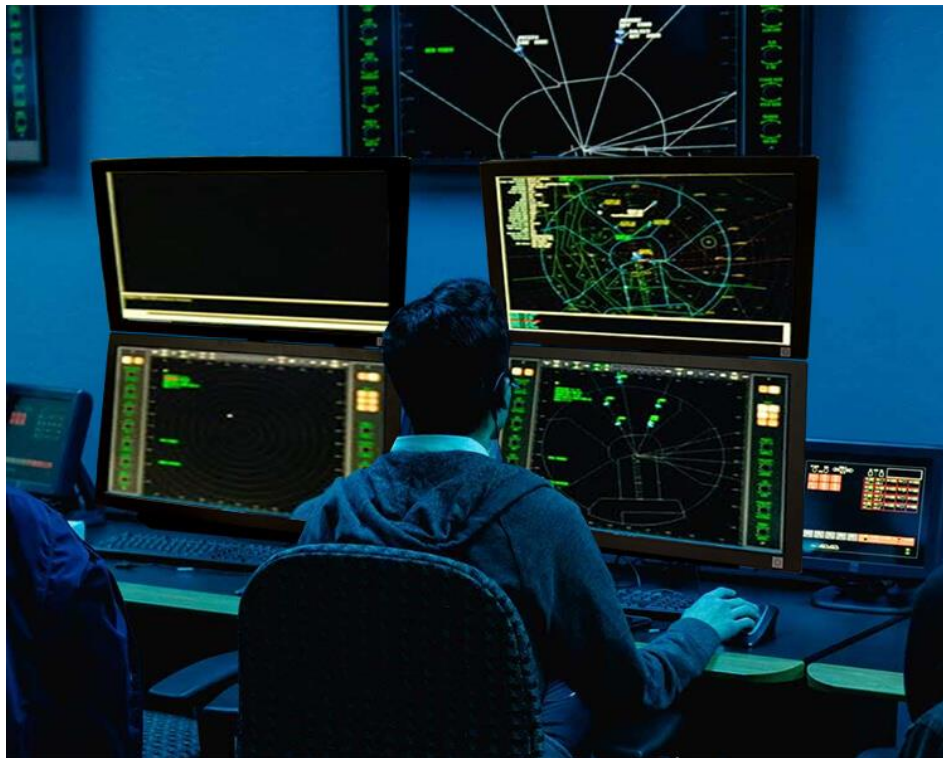


Рис.3.1. Крісло диспетчера

<i>Кафедра авіоніки</i>				НАУ 21 07 08 000 ПЗ			
<i>Виконав</i>	Турчин Д.Є			Великий модульний екран для оцінки диспетчером повітряного руху літаків та навколишнього середовища в зоні аеропорту	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	Ситник О.Г.					61	80
<i>Консульт.</i>							
<i>Н-контр.</i>	Левківський В.В						
<i>Зав. каф.</i>	Павлова С.В.						

Промислові монітори у вежах управління повітряним рухом повинні пропонувати операторам виняткову читабельність та контроль, оскільки вони контролюють шляхи планування та точки перетину. Як такі, їх можна монтувати за допомогою схеми кріплення VESA або збоку для збільшення доступності та видимості.

Для високої видимості промислові монітори доступні в 20,1”, 21,5” і 24”. Вони оснащені сенсорними екранами високої чіткості з роздільною здатністю 1280 × 1024 або 1920 × 1080 та високим рівнем яскравості. Для оптимального управління промислові дисплеї також постачаються в стандартній комплектації з вбудованими сенсорними екранами (PCAP / PCT), що забезпечує покращену чутливість до дотику. Вони також можуть бути оновлені до функцій нічного бачення, що дозволяє операторам легко переглядати екрани вночі або в окулярах.

3.1. Розташування візуальної інформації для диспетчера

Спершу розглянемо наземних диспетчерів, які відповідають за керування рухом вздовж руліжних доріжок у аеропортах, що знаходяться під високою висотою. Вони, як правило, розташовані в диспетчерській вежі і візуально відстежують положення.

Однак у більших аеропортах їм може бути важко побачити літак із вежі, коли кінець злітно-посадкової смуги може бути за кілька миль. Ці більші аеропорти мають радар наземного руху, такі як ASDE-3, AMASS або ASDE-X, призначені для відображення розташування літаків і транспортних засобів на землі. Вони використовуються наземними контролерами як додатковий інструмент для відстеження наземного руху, особливо вночі або при поганій видимості. У старих системах відобразатиметься карта аеропорту та в вигляді точок літаки.

Новіші системи включають можливість відображати якісніші карти, радіолокаційні цілі, блоки даних, оповіщення про безпеку та взаємодіяти з іншими системами, такими як цифрові льотні смуги.

Поряд із дублюванням практично всіх видів інформаційних повідомлень з повітряних суден на відеостінки для цивільної авіації забезпечується певна наступність подання інформації в засобах її польотного відображення. Використання традиційного зонування екрана за групами параметрів на екран (рис.3.3) дає змогу диспетчеру сконцентрувати свою увагу на основній інформації, необхідній для керування повітряним рухом.

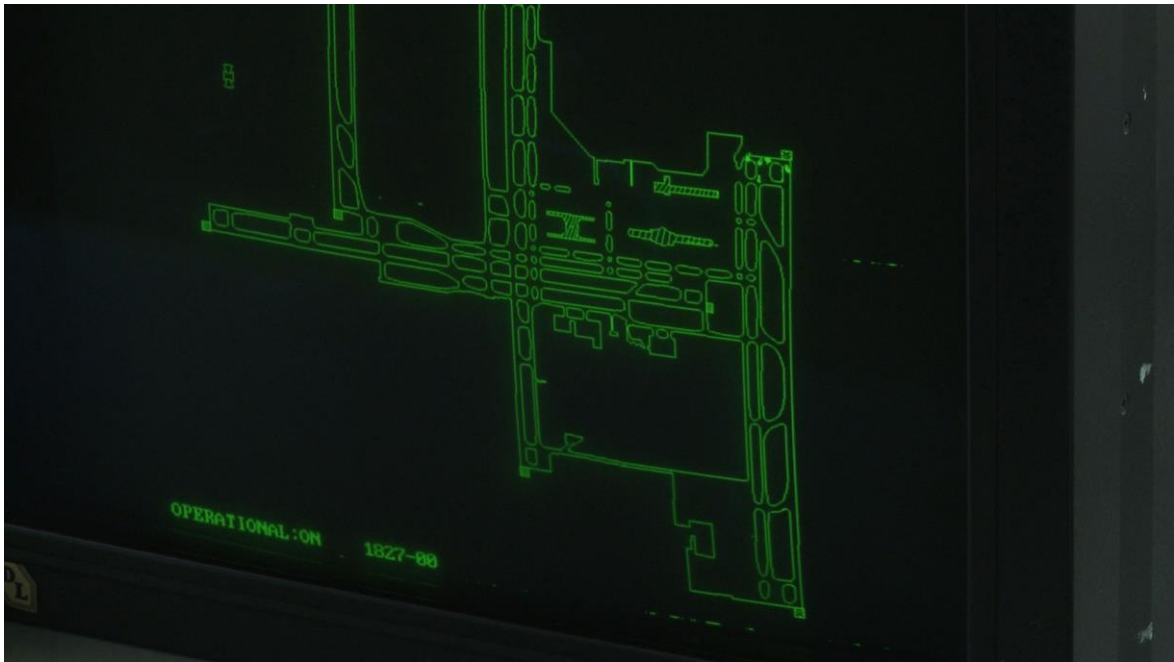


Рис.3.2. Руліжні доріжки

Розглянемо як в дипломному проекті один із типових варіантів розміщення пілотажно-навігаційної інформації на відеостінці (рис.3.3). Передусім це швидкість, авіагоризонт, висота і курс. Щоб зорієнтуватися в просторі, диспетчер має відчувати приладові швидкості та їхні тенденції, а також відстежувати їх відповідність заданим значенням.

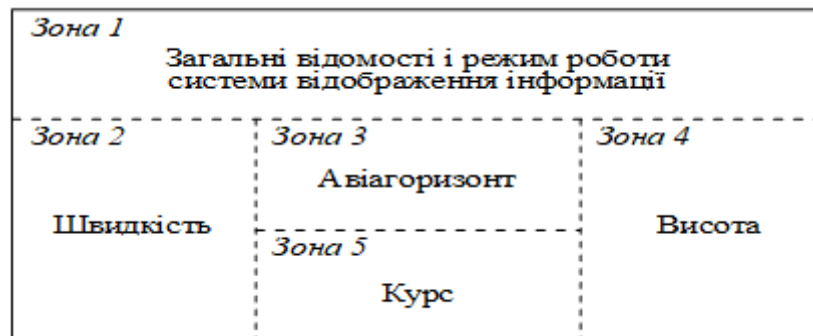


Рис. 3.3. Поділ груп пілотажних параметрів за зонами пілотажних індикаторів на відеостінці.

Нерухомий трикутник 2, що символізує положення повітряного судна, продовжується вертикальною стрілкою 3 показчика поздовжнього прискорення зі змінною довжиною і напрямом, що показує тенденцію швидкості, тобто якою вона стане через 10 с польоту.

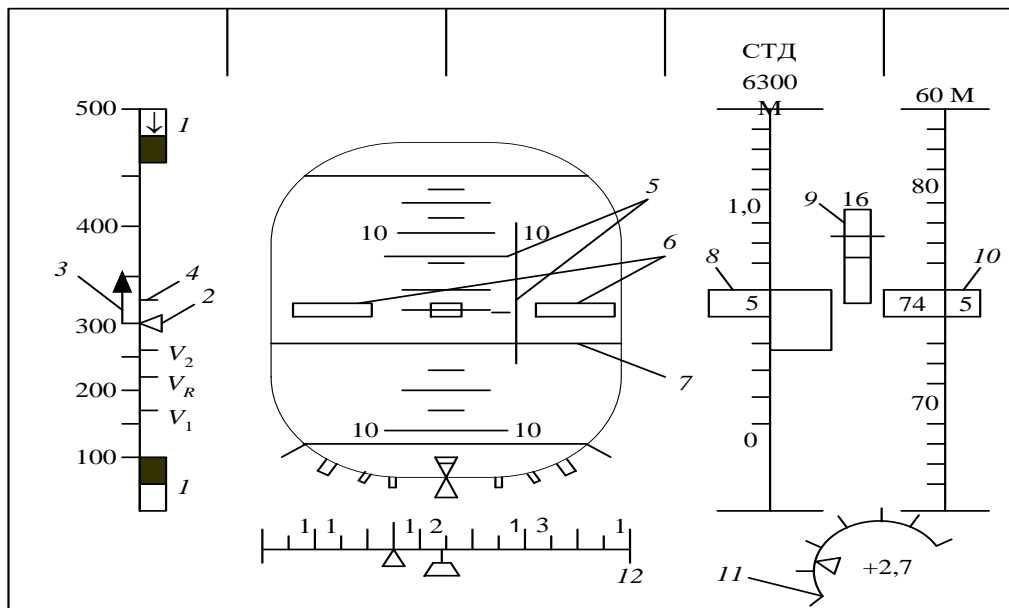


Рис. 3.4. Варіант розміщення пілотажно-навігаційної інформації окремого літаку на фрагменті відеостінки.

Гранично припустимі максимальна і мінімальна швидкості відзначаються прямокутниками *1* червоного кольору з прилеглими білими ділянками, на яких у разі небезпечного розвитку ситуації з'являється миготлива червона стрілка, як показано на верхній межі другої зони (рис.3.4). При поверненні до нормальної швидкості ця стрілка зникає. Відстежуючи поточну швидкість, диспетчер має також контролювати, чи відповідає заданій крейсерська швидкість польоту, а також швидкість набирання або зниження швидкості, що позначаються відрізком *4* синього кольору рухливої шкали приладової швидкості. Позначаються також швидкості V_1 ухвалення рішення і V_R відриву передньої стійки шасі та безпечна швидкість V_2 відриву.

Під рухомою шкалою приладової швидкості другої зони зеленим кольором відображуються покази махометра у вигляді числа *M*. Число *M* показує, у скільки разів швидкість повітряного судна більша від швидкості звуку. При швидкостях понад 100м/с, яким відповідає числу $M > 0,3$ необхідно враховувати стисливість повітряних мас. Коли $M > 1$, що відповідає надзвуковій швидкості, при обтіканні повітряного судна повітряним потоком виникають ударні хвилі та створюється хвильовий опір за рахунок гальмування потоку повітря.

По центру фрагменту відеостінки розміщено зону авіагоризонту 7 тобто літак у вигляді точки всередині прямокутника, вказує межі курсового та глісадного секторів, із двома нерухомими рознесеними планками 6 по боках, що вказують кут нахилу траєкторії щодо горизонту. Для подання команд директорного керування призначені дві взаємно перпендикулярні планки 5. Праворуч центральної розташовується зона барометричної 8 і геометричної 10 висот, також кругової шкали 11 що показує кут атаки, цифровий показчик усередині - про вертикальне перевантаження.

Цього виду інформація використовується під час посадки, оскільки в польоті цю функцію захисту від зіткнення із землею виконує сусідня шкала 8 барометричної висоти, яка вказує також на тенденцію зміни висоти щодо заданого ешелону.

У нижній частині фрагменту відеостінки розміщено рухому шкалу курсу 12, яка переміщується відносно відлікового індексу осі пілотажного індикатора. Переміщуваний разом зі шкалою синій трикутний індекс відображує заданий курс, кут зносу від якого позначається вертикальною лінією також синього кольору.

3.2. Візуалізація інформації про повітряну ситуацію в системах попередження зіткнення повітряних суден

Існує стандарт ІКАО, відповідно до якого кожне без винятку повітряне судно має бути обладнане бортовою системою попередження зіткнень (БСПЗ). Відхилення від установлених схем польоту, зниження і заходи на посадку, маневрування в безпосередній близькості від перешкод, втрата інформації в польоті — все це може призвести до зіткнення як із нерухомими (земля, лінії передач, гори, споруди поблизу аеродрому), так і з рухомими (птахи або інші повітряні судна) об'єктами. Сумна статистика фіксує зіткнення двох повітряних суден у повітрі як одну катастрофу, хоча насправді вона тягне за собою подвійні втрати. Втім, через нестачу коштів далеко не всі судна мають БСПЗ. Простір навколо кожного літака, в який не повинен входити інший літак, щоб запобігти загрозі зіткнення, визначає так званий об'єм безпеки, котрий має вигляд кругового циліндра. Для забезпечення безпеки

необхідно, щоб відстань $D(t)$ і висота $H(t)$ між літаками в будь-який момент часу задовольняли такі умови:

$$D(t) \geq d_0, \quad H(t) \geq h_0,$$

де d_0 та h_0 — радіус та піввисота циліндра безпеки. Розглянемо небезпеку зіткнення літаків у горизонтальній площині (рис.3.5).

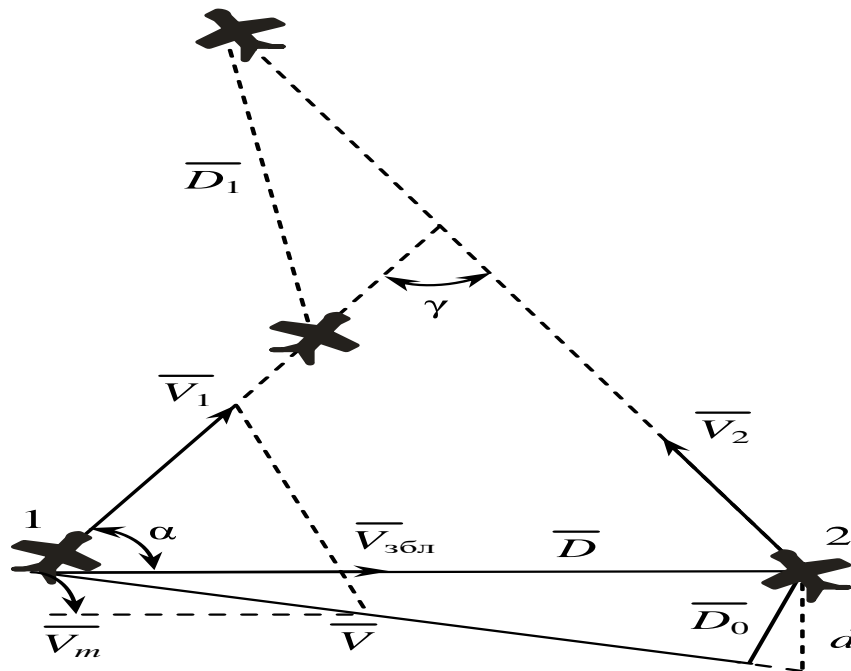


Рис. 3.5. Розташування літаків в горизонтальній площині розглядаються диспетчером на фрагменті відеостінки

Для літаків, що виконують прямолінійний політ зі сталою швидкістю, вираз для квадрата відстані між ними подається у вигляді

$$D^2(t) = [V_1^2 - 2V_1V_2 \cos \gamma + V_2^2] t^2 - 2Dt [V_1 \cos \alpha - V_2 \cos(\alpha + \gamma)] + D^2,$$

де V_1, V_2 — швидкості літаків; α — пеленг другого літака відносно напрямку польоту першого; γ — відносний курс; D — відстань між літаками в момент $t=0$. Підставивши в останній вираз час $t=t_{\min}$, потрібний для виконання маневру ухилення, можна визначити відстань між літаками і прийняти рішення про необхідність виконання маневру.

Для визначення небезпеки в диспетчерському пункті таким методом має відбуватися інформаційний обмін даними (V_1, V_2, γ, α). Доцільно також визначити

небезпеку зіткнення, оцінюючи відстань між літаками в момент максимального зближення D_0 і час його досягнення t_m . У такому разі ситуація визнається небезпечною, якщо $D_0 \leq d_6$ при $t_m \leq t_{\min}$.

Щоб визначити максимальні значення дистанцій прольоту, при яких ситуації сприйматимуться як небезпечні (тобто при яких ще можливий розліт літаків), можна скористатись критерієм

$$\tau \approx \frac{D}{V_{збл}} .$$

Тут $V_{збл}$ — похідна за часом від відстані між літаками (складова відносної швидкості, напрямлена вздовж напрямку між літаками); D — відстань між ними; при цьому $D_0 = V_n \tau$, де V_n — нормальна до напрямку між літаками складова відносної швидкості.

Тоді $t_m \approx \tau$ і умови визначення небезпечної ситуації подаються у вигляді

$$V_n \tau_{кр} \leq d_6 \text{ при } \tau \leq \tau_{кр} .$$

Отже, для оцінювання диспетчером безпеки зіткнення літаків у горизонтальній площині пропонується виконати розрахунок на основі вимірювання дальності та швидкості її зміни. Розмір небезпечної зони у вертикальній площині $\Delta H_{\text{доп}}$ при горизонтальному польоті визначається аеродинамічними та інструментальними похибками висотомірів, помилками інформаційного обміну й необхідністю забезпечити допустиме вертикальне розділення за висотою для гарантування безпеки польоту. Якщо виникає ситуація, коли $\tau \leq \tau_{кр}$ у горизонтальній площині та $\Delta H \leq \Delta H_{\text{доп}}$ у вертикальній, БСПЗ має подавати льотчикові команду на термінове виконання маневру ухилення від зіткнення.

Таким чином, якщо диспетчер має відеостінку для роботи з БСПЗ яка призначена для того, щоб повітряні судна могли безпечно розминутися в разі виникнення загрози їх зіткнення, то рівень безпеки підвищується в аеропорту. З цією метою система виконує необхідні взаємні розрахунки параметрів руху і виробляє взаємно координовані команди маневрування, щоб уникнути зіткнення. Для відображення цих команд призначено спеціальний пристрій для даного

фрагменту відеостінки. У найдосконаліших системах БСПЗ безпосередньо взаємодіють з екіпажем. Менш досконалі системи потребують неухильного виконання зазначених команд своєчасними діями обох екіпажів. При цьому бортовий індикатор запобігання зіткненням має сигналізувати кожному пілотові і диспетчеру про відносне місце знаходження інших повітряних суден у небезпечній близькості від борту його літака. На фрагменті відеостінки візуалізується також консультативна (вище — нижче) і підготовча (приготуватися до набирання — зменшення висоти та виконання команд маневрування) інформація. Кожний повітряний борт періодично випромінює спеціальні сигнали для диспетчера про свою висоту (рис.3.6).

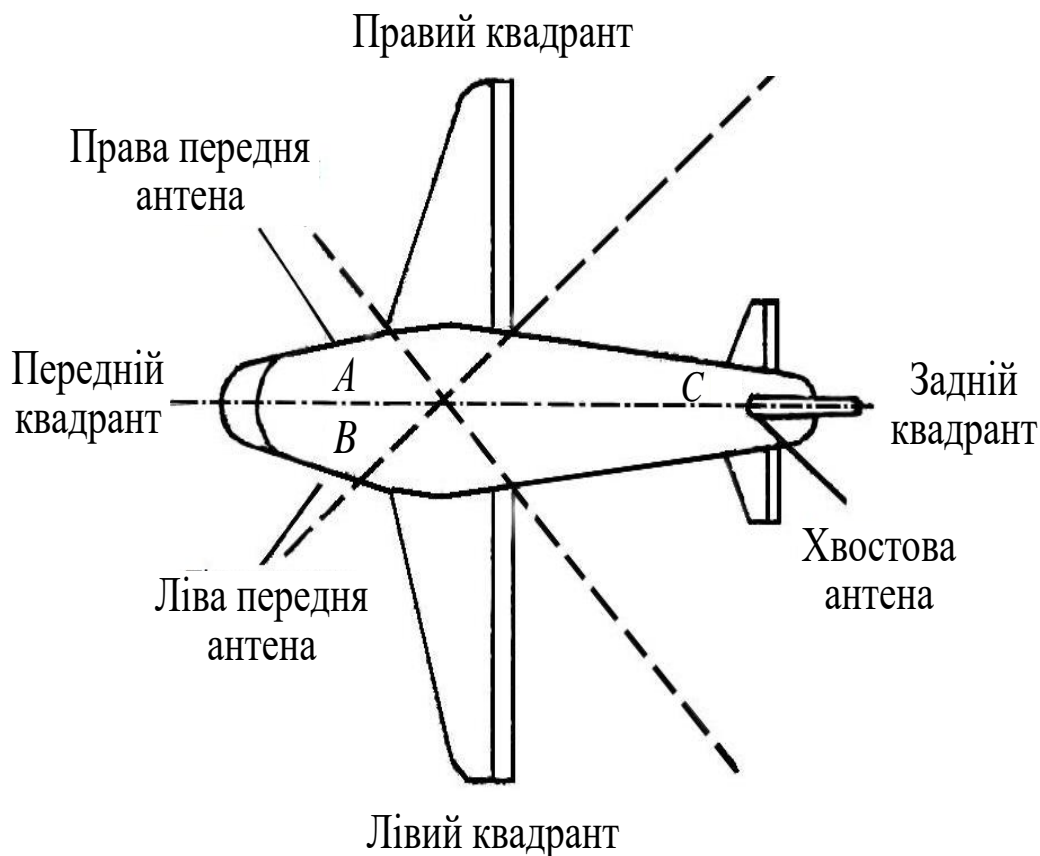


Рис. 3.6. Розміщення спеціальних сигналів на літаку

БСПЗ повітряного судна, що прийняло таку інформацію, порівнює цю запитувану висоту зі своєю власною висотою польоту, а потім інформує диспетчера. Якщо при цьому різниця висот не гарантує безпечного розльоту в горизонтальному польоті, то формується відповідь з ознакою небезпечної зони за висотою. Якщо не забезпечується безпечне виконання вертикальних польотних

маневрів, то відповідь містить відповідні ознаки перебування у верхній чи нижній зоні попередження за висотою. У разі прийому сигналів БСПЗ повітряним судном, яке перебуває поза зонами попередження щодо запитуючого повітряного борту, який запитує, відповідні сигнали не надсилаються (рис.3.7).

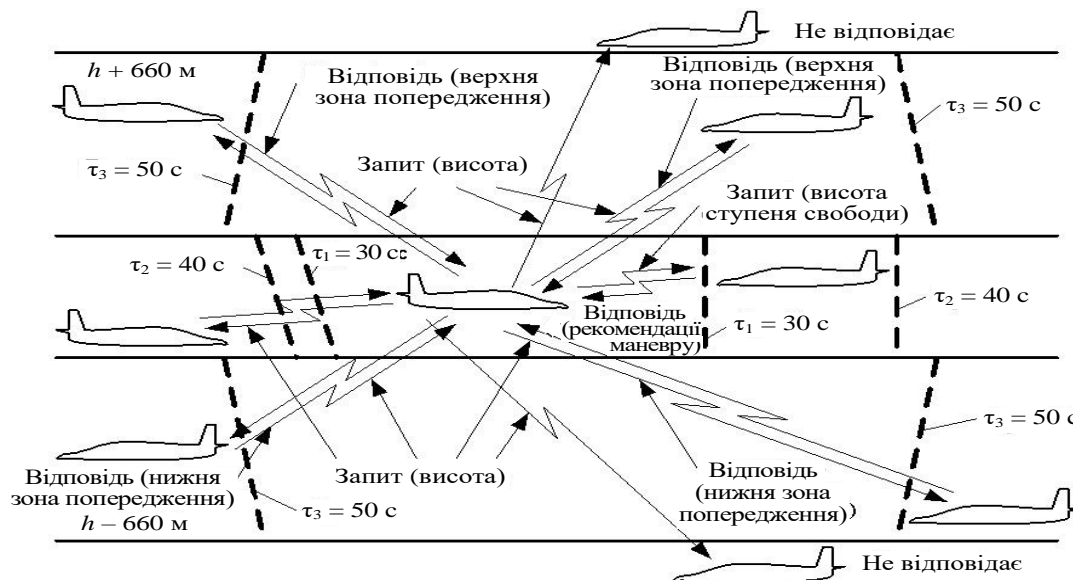


Рис. 3.7. Повітряні судна, що потрапили в конфліктну зону розглядаються диспетчером

Повітряні судна, що потрапили в конфліктну зону, на думку диспетчера, подають відповідь повітряному борту, який запитує, одним із трьох сигналів, що сприймається як рекомендація стосовно виконання ним оптимальних маневрів відхилення. У разі загрози зіткнення трьох повітряних суден усі команди щодо зміни висоти супроводжуються суворою заборонаю розвороту, а під час маневрів відхилення повітряний борт, що перебуває на середній висоті, або зберігає висоту, або обмежує свою вертикальну швидкість.

3.3. Постановка задачі управління модулями для поліпшення якості візуалізації інформації про повітряну ситуацію та навколишній стан

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими завданнями полягає в тому, щоб не тільки розібратися в роботі з явищем візуалізації інформації у великих модульних екранах, але і запропонувати більш точні розрахунки окремих параметрів і характеристик, а також принципів їх побудови для практичного використання. Необхідність впровадження метода

управління модулями для покращення якості зображень в процесі візуалізації інформації і розв'язання проблем при побудові модульного екрана існує і визначається відсутністю сучасної теорії, економічних і технічних засобів реалізації.

В підрозділі є рекомендації і пропозиції з метою одержання великого високоякісного екрану через впровадження метода управління модулями в процесі візуалізації інформації. Для досягнення мети пропонується розглянути в комплексі наступні складові процеси. Це структура окремих елементів екрану (рис.3.8), структура управління окремим модулем (рис.3.9), загальна структура практичної реалізації метода управління модульним екраном (рис.3.10). Алгоритм дослідження при розробці великого модульного екрана полягає у новому підході до розрахунків основних технічних і економічних параметрів великого модульного екрану, наприклад, розміром $2m^2$. Розрахунки показують, що при використанні 16 потрібних стандартних екранів для $2m^2$ великого екрану, необхідних для візуалізації інформації, навіть без системи управління, це виливається у великі обсяги їх загальної споживаної потужності, що складає більше 4 кВт/год. , а з урахуванням електроніки управління перевищує більш 5 кВт /год. При відомій вартості одного монітора порядку $300\text{\$}$ загальна вартість тільки екрану складає більш $5000\text{\$}$. Якщо врахувати собівартість розробки програмно-апаратних засобів управління і ПЕОМ, тоді собівартість модульного екрану дорівнює порядку $11000\text{\$}$, що в Україні реалізується більше ніж $15000\text{\$}$, що дуже дорого.

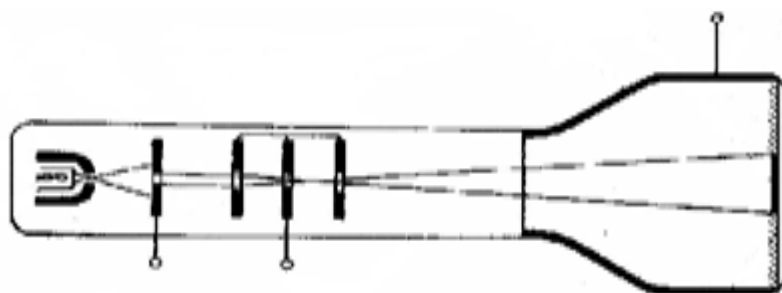


Рис. 3.8. Фрагмент структури окремого елемента екрану на кінескопах

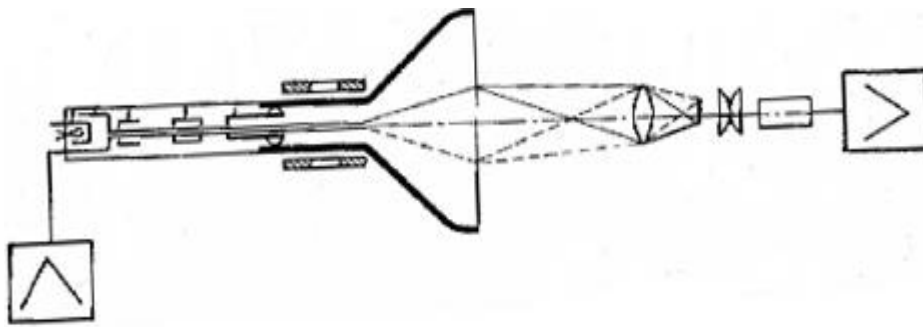


Рис. 3.9. Фрагмент структури управління окремим модулем модульного екрана на кінескопах

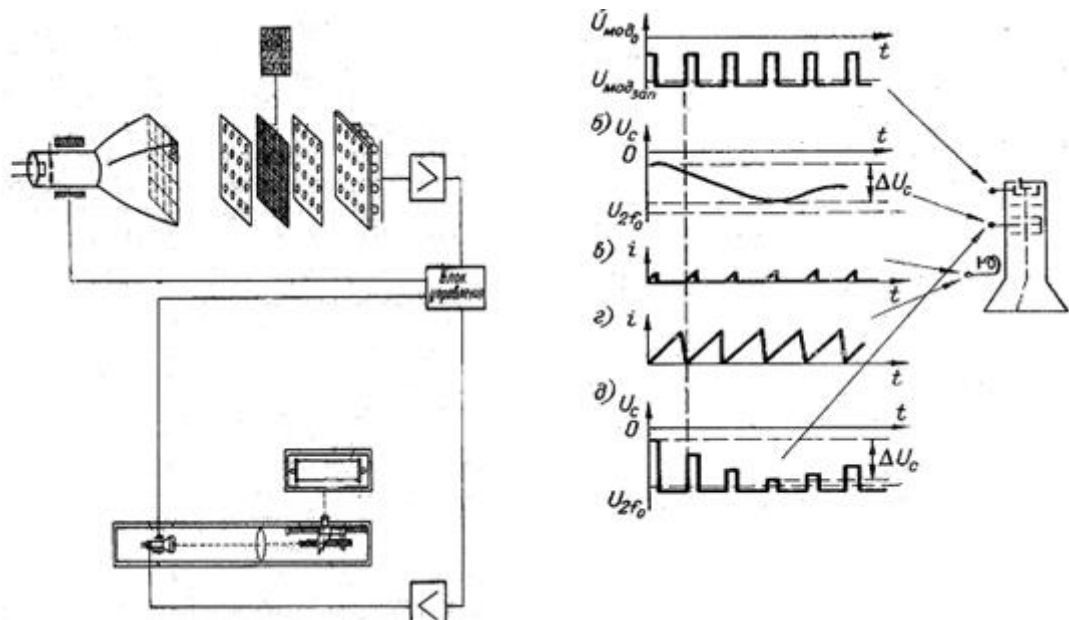


Рис. 3.10. Загальна структура практичної реалізації в складі модульного екрана нового розробленого модуля і його характеристики.

В процесі моделювання принципів побудови відеостінки були встановлені найбільш розповсюджені формати великого модульного екрана, що не випадають з відомих стандартів і представлені в загальному варіанті виконання з орієнтованими розрахунковими даними, у (табл.3.1).

Отримані результати дослідження параметрів і характеристик в процесі моделювання великого модульного екрана в більшості значно краще відомих закордонних аналогічних розробок.

Таблиця 3.1.

Технічні характеристики основних модулів і елементів великого модульного екрана	Параметри великого модульного екрана
Товщина модуля екрана	0,1 mm до 0,10 m;
Розмір модуля екрана	від 0,4 x 0,4 m
Інформаційна ємність модуля екрана	64x64 пікселів
Колірних відтінків у R,G,B спектрі	4096÷32768
Здатність розміру елемента	5 мкм до 3, 6 і 12 мм
Зовнішня освітленість екрану	800 люкс
Яскравість великого модульного екрана	до 300 kd/m ²
Контраст зображення	1500÷1800 люкс
Інтерфейс	SVGA IBM PC/AT
Відеоінтерфейс	Composite Video PAL, SEKAM, NTSC,S-Video
Частота розгорнення кадрів складає	100 кадрів /сек.
Розміри екрану одного монітору	1024x768
Технологічно повний монтаж і підготовка устаткування	до 1,5 годин
Кут огляду для користувачів	не обмежений
Відстань від керуючого комп'ютера до великого модульного екрана	перевищувати 30 м
Відстань оптимального огляду для глядачів	від 5 до 300 м
Температурні межі модульного екрана	від +5 ⁰ C до 35 ⁰ C
Електролюмінісцентні порошки перемінного струму	U = 100v
Оптимальний модуль з розміром 6x2,5см, що відповідає його площі порядку 15см ² , але для форматів екрану не більше 6x8 м	I = 1,25 mA
Модуль на електролюмінісцентних плівках	F = 400 ÷ 1200 гц
Модуль на скляних підкладках з люмінесцентним покриттям	щільністю струму p = 1 /m ²
Модуль на гнучких синтетичних основах з люмінесцентним покриттям	енергоспоживання порядку 1 квт/14 м ²
Модуль на керамічних підкладках з люмінесцентним покриттям	30 v, 0,03 ma

Для доказу розглянемо конструктивні особливості, рекомендації і відмінності розроблених принципів побудови модульного екрана, що відрізняються від існуючих сьогодні і полягають у наступному, згідно (табл. 3.2).

Таблиця 3.2.

Розмір поля m x n x k	Габаритні розміри відображення	Маса, кг	Максимальна споживана потужність, квт
1,6 x 1,2	1,65 x 1,3 x 0,1	15	0,18
2,0 x 1,6	2,1 x 1,7 x 0,1	22	0,3
3,2 x 2,4	3,2 x 2,5 x 0,1	60	0,81
4,0 x 1,2	4,1 x 3,3 x 0,1	90	1,2
4,8 x 3,6	5,0 x 3,7 x 0,1	120	1,75

Великими модульними екранами можна керувати кількома способами, проте найбільша вимога полягає в тому, щоб була можливість взяти одне джерело відеосигналу і "розбити" його по матриці модулів.

Перерозподіл функцій між управляючою ПЕОМ і електронікою управління модульного екрана має перевагу тому, що тільки на модулях, згідно запропонованої концепції побудови, підвищується продуктивність системи управління в цілому і звільняються обчислювальні ресурси ПЕОМ від "чорнової роботи" по формуванню образів.

Результат, що отриманий на підставі застосування теорії дослідження полягає в розкритті механізму управління процесом візуалізації інформації.

Особистий внесок в процесі роботи полягає у розкритті суті проведеного дослідження. Суть ефективності системи управління полягає в впровадженні концепції побудови великого модульного екрана. Досліджений, описаний і формалізований зв'язок між модулями модульних екранів в складі систем управління і візуалізації інформації. Запропоновані складові математичної моделі аналізу, обробки і синтезу зображень та оцінювання надійності функціонування системи через конструктивні і технічні особливості і відмінності принципів

побудови великого модульного екрана даного класу від відомих у світі. За вихідну модель метода управління модулями модульного екрана використовується залежність:

$$\rho'_p(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \rho_{op}(x - \xi) \psi'_a(\xi) d\xi \quad S'_p(\omega_x) = S_{op}(\omega_x) \psi'_a(\omega_x)$$

Де $\psi'_a(\xi), \psi'_a(\omega_x)$ – функції передачі, або розсіювання люмінесцентного покриття; $\rho_{op}(x), \rho'_p(x)$ – функції просторового розподілу коефіцієнта відображення модульного екрана; $S_{op}(\omega_x), S'_p(\omega_x)$, – спектри перетвореного зображення.

Для контролю якості зображення на великому модульному екрані пропонується побудова просторової і частотної характеристик локальних областей, на (рис.3.11).

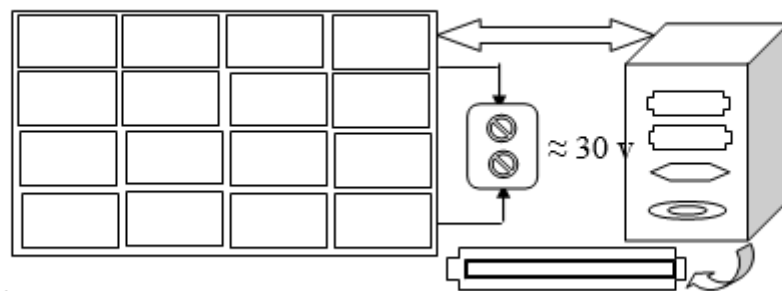


Рис. 3.11. Фрагмент загальної схеми великого модульного екрана та системи управління його модулями, де реалізується візуалізація інформації великих розмірів у реальному масштабі 1:1 і більше

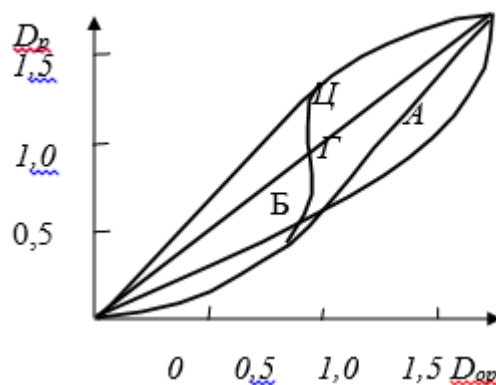


Рис. 3.12. Набір градаційних характеристик де Б – S- образний, Г- лінійний, Ц – опуклий, А – увігнутий для оцінки яскравості відеостінки, D_p , D_{op} – оптичні щільності повітряної ситуації, що змінюється, згідно вимог Cobb J.

3.4. Диспетчер в системі управління повітряним рухом

Професійна діяльність авіадиспетчера будується виходячи з структури і функцій системи управління повітряним рухом. Система управління повітряним рухом призначена для забезпечення безпечного, впорядкованого і швидкого потоку повітряного руху і являє собою складну систему, центральна роль в котрій відводиться авіадиспетчерам.

Традиційно структуру управління повітряним рухом становлять чотири підсистеми: підсистема управління повітряним рухом, підсистема планування та забезпечення повітряного руху, підсистема організації управління повітряним рухом і підсистема у вигляді керуючого і координуючого органу.

У діяльності диспетчера з управління повітряним рухом можна виділити наступні етапи:

- 1) постійне спостереження за зміною повітряної обстановки, в процесі якого відбувається сприйняття і аналіз інформації, що надходить;
- 2) формування на основі інформації про повітряну обстановку цільної моделі повітряного простору з розташованими в ньому повітряними судами;
- 3) планування своїх дій відповідно до сформованої моделі повітряної обстановки;
- 4) практичне виконання запланованих дій;
- 5) оцінка і контроль результатів, реалізованих в процесі дій; аналіз і узагальнення інформації.

У свою чергу, реалізація виділених етапів, успішність їх виконання залежить від:

- завдання, що представляє собою заздалегідь сформульовані цілі діяльності;
- інформації (її повноти, точності, своєчасності, надійності), яка є у розпорядженні авіадиспетчера;

- стану автоматизованих систем управління , їх граничних можливостей ;
- методів роботи, тобто деякого набору послідовних орієнтованих на досягнення певних результатів операцій;
- характеру організації управління повітряним рухом (контроль за належним виконанням обов'язків, принципи розподілі повноважень);

Відмінною особливістю системи управління повітряним рухом те, що ця система - інформаційна. Авіадиспетчер управляє повітряним рухом на основі інформації про динаміку руху повітряних суден в керованому ним самим секторі. Джерелами інформації для авіадиспетчера є різноманітні візуальні засоби відображення (особливо модульні екрани), а також радіо- і телефонний зв'язок. В автоматизованих системах управління інформація про повітряні судна видається на екрані радіолокатора, де разом з радіолокаційною міткою рухається формуляр супроводу, представлений трьома рядками, кожен з яких включає в себе не більше 8 символів. Рядки несуть інформацію про тип повітряного судна, його номер, висоту, швидкість і залишок палива.

Переробка всієї інформації, що надходить необхідна для прийняття рішення і являє собою складний процес, головними складовими яких є інтелектуальні процеси.

Диспетчери знайомі зі звичайним потоком повітряного руху в їх районах і звичайним порядком його обслуговування. Факторами загрози при управлінні звичайним повітряним рухом є такі нерегулярні польоти, як, наприклад, польоти з метою аерофотозйомки, геодезичні польоти, калібрувальні польоти (обліт навігаційних засобів), польоти зі скиданням парашутистів, польоти з метою контролю за дорожнім рухом та польоти з буксируванням рекламних транспарантів. Чим раніше диспетчер буде знати про додаткові польоти, тим більше у нього буде можливостей для належного контролю факторів даної загрози.

Ймовірно, найбільш загальним джерелом загрози для всіх видів діяльності авіації, включаючи роботу органів УПР, є погода. Контролювати чинники цієї загрози простіше, якщо знати поточну погоду та прогноз, принаймні на період

тривалості зміни диспетчерів. Наприклад, зміна напрямку вітру може викликати необхідність зміни розкладу польотів. Чим інтенсивніше рух, тим більшого значення набуває вибір правильного моменту для зміни ВПП. Диспетчер плануватиме зміну таким чином, щоб вона пройшла з мінімальним порушенням потоку руху. Управління повітряним рухом на повітряних трасах, знання особливих явищ погоди допоможе диспетчерам передбачити запити на відхилення від маршруту польоту. Успішному контролю факторів загрози, пов'язаних з погодою, допомагає належне знання місцевих явищ погоди (наприклад, турбулентність над гірською місцевістю, області формування туману, інтенсивності гроз) і / або різких змін погоди, таких, як зсув вітру або мікропориви. Всі ці дані транслюються в постійному режимі в одному з вікон екрана.

Отже, з огляду на психологічні та фізичні умови роботи диспетчера - оператора можна прийти до висновку, що для забезпечення доцільної та належної роботи потрібно створювати надійні умови. В нашому випадку надійні умови – це ергономічно чинно побудована відеостіна, або модульний екран, який дає змогу без перенавантажень тримати в контролі стан повітряного руху без шкоди оператору.

ВИСНОВКИ

Складною системою візуалізації та називається система, яка містить взаємозалежні і скоординовані між собою і середовищем систем мінімального рівня ієрархії і має спроможність до стійкого зберігання або цілеспрямованого досягнення необхідних станів (або характеристик станів) в умовах впливу зовнішніх факторів (компонентів середовища).

До дійсного часу накопичена велика технічна література, присвячена різним аспектам аналогової і цифрової обробки напівтонових та бінарних зображень за допомогою вирішення проблем поліпшення параметрів повітряного стану аеропорту. Пропонована робота про системи візуалізації за допомогою великих модульних екранів управління повітряним рухом має підтверджену практичну і технологічну спрямованість.

Відеостінка або поліекран (модульний екран) служить для показу зображення, електронних карт, графіків і діаграм, функціональних і структурних схем, текстової документації. Залежно від призначення це може бути цілісна модульна відеостіна, набрана з дисплеїв великої діагоналі або інформаційних матричних панелей, яка характеризується тим, що на ній може виводитися як одне величезне зображення по всій площі, так і кілька різних фрагментів (вікон), що займають одне або відразу кілька осередків.

Донині найчастіше використовувались LCD або ЖК екрани, які були хоч і досить зручними але мали ряди недоліків.

Сьогодні, світлодіодні (LED) екрани є найпопулярнішими засобами для відображення різного рекламно-інформаційного контенту в будь-якій сфері діяльності в тому числі в диспетчерських вишках центрах управління повітряним рухом.

Загальний дозвіл таких екранів (інформаційна ємність) завжди менше, ніж у екранів з LCD і плазмових панелей, так як через великий крок пікселів, екран з високою роздільною здатністю стане дуже великим за розмірами. Для одиночного

світлодіодного екрана мінімальним слід приймати дозвіл 768x576, щоб можна було виводити телевізійну картинку стандарту PAL і SECAM.

Практичні висновки з вищевикладеного зводяться до того, що світлодіодні екрани слід розглядати як варіант для залів великого розміру (подовжених), в яких на цей загальний екран в основному виводиться заздалегідь підготовлена буквено-цифрова і графічна інформація і рідше оглядові трансляції від зовнішніх відеоджерел. Вся конкретна оперативна інформація надходить тільки на монітори операторів-диспетчерів. Сегментування великого екрану на окремі вікна, як правило, не передбачається, так як у нього недостатній загальний дозвіл.

Для використання в приміщеннях пропонуються екрани з кроком пікселів від 3 до 10 мм. При цьому, чим менше крок, тим нижче яскравість і вище вартість.

Наприклад, модуль LED SMD P4 китайської фірми Flylights має крок пікселів 4 мм, розмір модуля 128x128 мм, яскравість 3000 кд / м², споживана потужність 350 Вт / м², а модуль LED SMD P3 відповідно 3 мм, 192x96 мм, 1500 кд / м², 350 Вт / м² і стоїть в 1,9 рази дорожче. Китайська фірма VISS Lighting пропонує модулі з кроком 2,8, 3,7, 4,6 мм з яскравістю в межах 900-1500 кд / м². Їх модулі поставляються в вигляді панелей (блоків) розміром 600x600x70 мм.

Промислові монітори у вежах управління повітряним рухом повинні пропонувати операторам виняткову читабельність та контроль, оскільки вони контролюють шляхи планування та точки перетину. Як такі, їх можна монтувати за допомогою схеми кріплення або збоку для збільшення доступності та видимості.

Робота сучасних диспетчерських пунктів нерозривно зв'язана з аналізом великих об'ємів візуальних даних. Отже, для підвищення ефективності роботи, зменшення навантаження на пам'ять та очі використовують великі модульні екрани. Являють собою великі екрани, які дозволяють в багатовіконному режимі демонструвати графічну інформацію, отриману від різних джерел. Декілька операторів можуть одночасно продивлюватись дані, які виводяться на екран.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. АСТАПЕНКО П.Д., БАРАНОВ А.М., ШВАРЕВ И.М. Погода и полеты самолетов и вертолетов. – Л.: Гидрометео-издат, 1980. – 227 с.
2. Быков Р.Е. Основы телевидения и видеотехники: Учебник для вузов. — М.: Горячая линия— Телеком, 2006, — 399 с.
3. Бондар О.У., Федоренко О.і., Кудін А.В Основы екології: Підручник , — К.: Знання, 2006 — 543с.
4. Орир Дж. Физика. – М.: Мир, 1981. – С. 101–102.
5. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1986. – 400 с.
6. Робинсон А. Введение в теорию моделей и метаматематику алгебры: Пер. с англ. – М.: 1997. – С. 56–72.
7. Ситник О.Г., Фельзер М.С. Теорія інформації. Конспект лекцій – К.: НАУ, 2006. –57 с.
8. Sitnik A.G., Yurchenko O.S. Interconnection of effects of peak and latitudinal impulsive modulation in the process of deep print and his influence on quality of making of document in calcs-technology// The third world congress ” Aviation in the XX1 centuri“ “Safety in aviation and space technology”, September 22-24, 2008. 33.42- 33.50.
9. Чанг Ши Као. Принципы проектирования систем визуальной информации: Пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – С. 107–110.
- 10.Ahlstrom, U., Keen, J., & Mieskolainen, A. J. (2004). Weather information display system (WIDS). Journal of Air Traffic Control, 46(3), 7-14.
- 11.Ahlstrom, U., Rubinstein, J., Siegel, S., Mogford, R., Manning, C. (2001). Display concepts for en route air traffic control (DOT/FAA/CT TN01/06). Atlantic City International Airport, NJ: Federal Aviation Administration, William Hughes Technical Center.