

**СИСТЕМА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПОЛЬОТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ
НА ЛОБОВОМУ СКЛІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТУ**

Кудояр П.В., Ситнік О.Г., (Україна, м. Київ, ІЕСУ НАУ)

ВСТУП. У цій роботі приводиться систематизація й класифікація відомих з літератури [1] положень теорії на понятійному рівні, окремі розробки сучасних елементів теорії поліпшення якості зображень і математичні моделі, що визначають різні характеристики, сутність й достовірність зображень. Вважаємо, що можна б обмежитися літературними посиланнями, однак ми порахували доцільним привести в роботі ще раз ці відомості для того, щоб, по-перше, більш чітко визначити прийняту в наступному викладі запропоновану термінологію й математичну суть використовуваних термінів й, по-друге, хотілося б сконцентровано представити фахівцям математичну концепцію нового підходу до шляхів підвищення якості зображень, що виникають у процесі моделювання в складі CALS-технологій [2], які досліджуються у вигляді характеристик зображення як в інтегральному, так і локальному аспектах.

Аналіз останніх досліджень, в яких започатковано розв'язання проблеми взаємозв'язку ефектів, що досліджуються для підвищення якості електронних пілотажних дисплеїв у системі відображення інформації вертольотів в складі CALS-технологій та їх впливу на якість зображень [3] полягає в тому, що здається неможливим вирішення проблеми оптимальності процесу без допомоги розробки сучасних положень теорії. Аналізу явищ дослідження зображень був присвячений ряд публікацій у вітчизняній [4] і закордонній літературі. Найбільш широкі дослідження в цій області були проведені в дисертаційних роботах [5]. Вважаємо не зовсім ефективними дослідження інших спеціалістів в області підвищення якості електронних пілотажних дисплеїв у системі відображення інформації вертольотів. До теперішнього часу визначилися й сформульовані основні принципи, які в тім або іншому ступені втілюються при розробці пілотажних дисплеїв. Перелічимо деякі з них:

1) Принцип наочності. Закордонні автори називають його ще принципом картинного реалізму. Вітчизняні автори, на відміну від закордонних, цей принцип називають інструментальною «візуалізацією польоту» [3]. Суть його зводиться до того, що індицируемая інформація з виду є як би просторовим аналогом реальної внекабинної обстановки.

2) Принцип інтегративності. Даний принцип розглядається в літературі у двох аспектах. По-перше, це подання льотчикові великого числа змінних в упорядкованій системі координат на малому інформаційному полі екрану. І, в-других, подання льотчикові єдиного символу (пікселю, або растрового елементу), які узагальнений інформаційний сигнал перетворюють в кольорове зображення.

3) Принцип сумісності рухів індексів дисплея з керуючими рухами льотчика, тобто рухливий елемент на індикаторі повинен рухатися в тім же самому напрямку, що й органи керування літальним апаратом.

4) Принцип прогнозування. Суть принципу полягає у визначенні розрахунковим шляхом послідовності прогнозованих станів повітряних суден (ПС) або окремих його систем на підставі оцінки їхнього поточного стану й керуючих сигналів для зіставлення із заданим станом.

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

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими завданнями полягає в дослідженні взаємозв'язку різних параметрів та характеристик та їх впливу на підвищення якості електронних пілотажних дисплеїв у системі відображення інформації вертольотів [3] в складі CALS-технологій. І все-таки, незважаючи на різноманіття підходів до проблеми відображення інформації на електронних пілотажних дисплеях можна виділити два основних типи за принципом пред'явлення інформації. Перший тип – спроба сформувати картинний вид навколишнього простору, на якому кількісна інформація представлена мінімально.

Другий тип дисплеїв пред'являє інформацію в символічній формі у вигляді шкал й індексів. дисплеї цього типу по повноті інформації не уступають комплексу електромеханічних приладів, розташованих на приладовій дошці. Такі дисплеї в принципі можуть повністю задовольнити потреби льотчика в інформації при пілотуванні.

З історії питання. Відоме [4], що залежно від характеру зображень, особливо у тих випадках, коли зображення Що стосується дисплеїв першого типу, то в закордонній літературі великий інтерес до питань візуалізації польоту спостерігався в 60-х роках. Тоді передбачалося, що розроблювальні телевізійні, радіолокаційні й інфрачервоні системи із зображенням внекабинного простору на електронної променевої трубки (ЕПТ) послужать засобом візуалізації польоту. Цього не відбулося через принципові розходження між видом внекабинного простору й зображенням на екрані ЕПТ. Малі кути огляду, зміна масштабу, відсутність глибини на ЕПТ привели до того, що вони не могли бути використані як системи візуалізації польоту. Візуалізація польоту, що припускає подання льотчикові інформації об навколишній літак просторі в природної, звичної для нього формі, не була реалізована. Слід зазначити, що науково-технічний прогрес на сучасному етапі розвитку дозволяє реалізовувати розглянутий принцип у багатьох відносинах. Останні досягнення в області апаратно-програмних засобів уможливають установку в кабіні більших екранів з високоякісною графікою, на яких інтегровані дані різних датчиків можуть бути представлені в об'ємному зображенні зовнішнього миру (5,16,23,24). У зв'язку з тим, що візуалізація польоту стає реальністю, деякими фахівцями знову піднімається питання про перехід на «прямий вид» індикації крену на авіагоризонті (рухлива по крені лінія обрїю). Однак існує обґрунтована думка, що за допомогою електронних дисплеїв не може бути досягнута та реальна картина, що відкривається погляду пілота безпосередньо через остеклення кабіни.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів почнемо з поетапного розгляду процесів надходження критеріїв оцінки кабіних дисплеїв, які розташовані в периперсональному (ближньому) просторі, сприймаються нашим мозком інакше в порівнянні з миром, укладеному в навколишньому екстраперсональному просторі, що представляє вилучену частину візуального миру й служить найбільш істотною (валідною) еталонною системою орієнтації. Отже, аргумент на користь прямого виду індикації на авіагоризонті, індицируемом на широкоформатному об'ємному дисплеї, є неспроможним. Як уважають Ф. Превик й У. Ерколін [14], «зворотний вид» індикації авіагоризонту (рухливий по крені силует літака) буде мати перевага перед «прямим видом», тому що відображувані на дисплеї ліній обрїю не буде сприйматися нашим мозком як природна, котру бачить льотчик

через остеклення кабіни. Висунутий Ф. Превиком нейрофізіологічний аргумент на користь зворотного принципу індикації авіагоризонту підкріплюється також й іншими відкриттями й теоріями стабілізації людини в просторі.

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

Особистий внесок авторів полягає у розкритті суті процесу і механізму вирішення проблем [4]. У цьому зв'язку були проведені дослідження [10], у яких рівнялися два способи подання пілотажних параметрів: на рухливі й нерухомі вертикальні шкали. Виявилось, що використання рухливих шкал у більшій мері змінює структуру дій льотчика й погіршує якість пілотування. При цьому збільшується кількість рухів, їхня амплітуда й швидкість. Змінюється й зорово-моторна регуляція: тривалість фіксації погляду на рухливих шкалах істотно перевищує середні значення, установлені для круглих шкал. У цьому випадку індикація, видавана на рухливі шкали, заважає формуванню механізму прогнозування, що регулює руховий акт. В іншому експерименті [12], проведеному на пілотажному стенді, льотчики виконували захід на посадку, в одному випадку, з використанням звичайних електромеханічних приладів із круглими шкалами, в іншому - з використанням екранного індикатора, на якому інформація про швидкість і вертикальну швидкість була представлена у вигляді нерухомих вертикальних шкал, а висота індицировалась лічильником. Експерименти показали, що пілотування в ручному режимі керування по екранному індикаторі супроводжувалося порушенням ранніми вироблених сенсомоторних навичок, наслідком чого з'явилося зниження точності пілотування. Автори прийшли до висновку, що для підвищення ефективності дій льотчика при пілотуванні важливу роль грає психологічну подібність кодування пілотажних параметрів на ЕІ й електромеханічних приладах, що означає використання ідентичних способів індикації параметрів, наступність взаєморозположення шкал, а також подібність основних елементів їхнього оформлення (те саме розташування нульової оцінки, знака відхилення від її, масштабу й ціни розподілу). Реалізація цих вимог й, зокрема, подання інформації на круглих і напівкруглих шкалах у порівнянні з вертикальними шкалами й абстрактною символікою, забезпечує більше високу ефективність і надійність дій льотчика при виконанні фігур пілотажу й висновку літального апарата (ЛА) зі складного становища.

Конструкторами ЕІ практикується зміна масштабів того самого параметра від режиму до режиму, заміна індицируемых параметрів на одній і тій же шкалі й ін. З погляду здорового глузду зміна масштабів шкал при зміні режимів польоту доцільно, тому що потрібна точність зчитування індицируемых параметрів при цьому може бути різною. Наприклад, заміна шкали радіовисотомера на більше розтягнуту в області малих висот для забезпечення польотів на гранично малих висотах. Однак дослідження показали, що зміна масштабів шкал може в одних випадках знижувати точність пілотування, в інші - приводити до помилок зчитування показань приладу (10). Ступінь зниження ефективності й надійності діяльності льотчика при зміні шкал обумовлена типом приладу, шкала якого мінялася. Відомо, що для формування рухових дій льотчика не всі прилади відіграють однакову роль. Одні, звичайно варіометр й авіагоризонт, використовуються для коректування рухових дій - це прилади керування. Інші - служать для контролю якості керування, тобто точності витримування заданих параметрів, - це прилади контролю (висотомір, показчик швидкості, курсовий прилад). Установлено [11], що якщо змінюються шкали на приладах, за показниками яких льотчик безпосередньо формує рухи органами керування, те це порушувало структуру керуючих рухів у зв'язку зі зміною подання про співвідношення візуальних і проприоцептивних сигналів. Видиме переміщення індексу викликало звичні рухові реакції, певні рухові впливи. Відбулася неузгодженість перцептивного й моторного образів, у результаті чого порушувалася координація рухів й, як наслідок, погіршувалася якість керування. У той же час зміна масштабів на приладах контролю приводила до помилкових показань цих приладів через утруднення перцептивно - розумового плану. В експерименті, проведеному нами на моделюючому стенді, були виявлені випадки помилкових зчитувань показань топливомера, коли на тому самому місці в міру вироблення палива по черзі висвечивались шкали двох масштабів. Варто підкреслити, що зазначені помилки не випадкові. У їх генезі лежать психофізіологічні закономірності структури діяльності льотчика по керуванню ЛА. Раніше виконаними дослідженнями [3] установлено, що в процесі пілотування ЛА льотчик, звертаючись до приладу, не зчитує його показання як зовсім нові, а звиряє поточні показання з оперативним образом очікуваного результату. Льотчик шукає не невідому подію, а лише підтверджує наявність її передбачає, тобто він очікує побачити стрілку приладу в певнім місці шкали. Саме процес екстраполяції дозволяє льотчикові швидко й безпомилково сприймати показання приладів. Причому він у більшості випадків при фіксації погляду на приладах не зчитує цифри, на яких коштує стрілка, а лише звиряє - у чи тій крапці шкали перебуває чи стрілка ні. У цьому випадку має місце більше простий спосіб використання приладу - якісне зчитування. Тому зміна масштабів шкал, якщо це відбувається автоматично, може бути льотчиком просто не замічена, що приведе до помилкових дій. Помилкове зчитування показань приладу при зміні масштабу шкали може бути обумовлене також високим нервово-емоційною напругою льотчика в польоті. В умовах стресу льотчик може «забути» про те, що масштаб шкали змінився. Порозумівається це тими складними кореляційними залежностями, які існують між виразністю стресу й ефективністю діяльності людини.

У цей час дослідники більш надії покладають на колірне кодування інформації на електронних дисплеях. Уважається, що колірне кодування підвищує ефективність керування ЛА й надійність просторового орієнтування пілота. Судячи із суб'єктивних думок пілотів, вони віддають явну перевагу ЕІ з колірним кодуванням, підкреслюючи, що наявність кольорів дозволяє діяти більш упевнено й надійно. Доцільність застосування кольори як додаткової ознаки при кодуванні інформації на бортових електронних дисплеях показана в багатьох роботах. Установлено, що використання колірного кодування поліпшує характеристики пошуку значимих змін параметрів й, крім того, істотно поліпшує якість керування. У роботі [2] указується на підвищення ролі додаткового кодування кольорами при ускладненні завдання льотчика. Так, при виконанні заходу на посадку на пілотажному тренажері в ускладнених умовах, пошук значимого індексу на екрані кольорового індикатора займав менше часу, чим по монохроматичному, тоді як у простих умовах польоту різниці по швидкості й точності виявлення індексів не отримано. Автори роблять висновок про різну роль кольорів для підвищення надійності сприйняття й оцінки льотчиками пілотажно-навігаційних параметрів. У звичайних умовах, що не вимагають швидкої й диференційованої оцінки ситуації, ознака кольорів є надлишковим і не впливає на показники якості діяльності льотчика. Однак у випадках, що вимагають швидкої оцінки обстановки, ознака кольорів активно використовується льотчиками, що приводить до скорочення часу пошуку значимих індексів. У цій же роботі показані явні переваги кольорових дисплеїв перед монохроматичними при оцінці просторового положення літака

після «дезорієнтації» льотчика (більше швидкий висновок літака зі складного становища). Оскільки для діяльності літних екіпажів характерні тверді вимоги до швидкості й точності виділення й оцінки індицируемых параметрів в умовах обмеженого резерву часу, застосування кольорів виправдане навіть при оптимально обраних монохроматичних ознаках, що кодують.

Література:

1. Босікова І. І. Метод розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь з *m*-мірними матрицями // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 1. — С. 37-47.
2. Кудрицький В. Д. Алгоритм нелінійної екстраполяції реалізації скалярного випадкового процесу // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 1. — С. 47-53.
3. Хуанг Х., Пардалос П. М. Підхід до багатомірного розбиття для задач оптимізації // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 2. — С. 134-147.
4. Зайченко Ю. П., Заец І. О., Камоцкий А. В., Павлюк Е. В. Исследование разных видов функций принадлежности параметров нечетких прогнозирующих моделей в нечетком методе группового учета аргументов // УСиМ. — 2003. — № 2. — С. 56-67.
5. Sitnik A.G., Sitnianskikh L.M. Influential development principles and characteristics of the controllers on the information visualization systems in cockpit of the plane in order to increase the level of flight safety// The third world congress "Aviation in the XXI century" "Safety in aviation and space technology", September 22-24, 2008. 33.64- 33.69.
6. Михаль О.Ф., Руденко О.Г. Моделирование на сетях Петри виртуального вычислительного устройства для исследования эффективности локально-параллельных алгоритмов // УСиМ. — 2003. — № 3. — С. 18-28.
7. Молчанов И.Н., Чистякова Т.В. Интеллектуальное программное обеспечение для исследования и решения прикладных задач с приближенно заданными исходными данными // УСиМ. — 2003. — № 3. — С. 72-76.

244. **Ситник О.Г.,** Кудояр П.В. Система візуалізації польотної інформації для відображення на лобовому склі для підвищення безпеки польоту // Матеріали I Все-української науково-практичної конференції молодих учених і студентів "ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВІАЦІЇ ТА КОСМОНАВТИКИ". 23 – 25 жовтня 2012 р. – К.: НАУ. 2012. – С.