

УДК 004.056.5(045)

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

О. К. Юдін, д-р техн. наук, проф.; **М.Г. Луцький**, д-р техн. наук, проф.; **І. Є. Рогоза**, асистент

Національний авіаційний університет

e-mail: ksz@ukr.net

У результаті наукових досліджень встановлено шляхи проведення подальшої якісної модернізації системи управління, встановлено першочергові задачі, пов'язані із забезпеченням умов оперативності та надійності використання системи управління. Обґрунтовано необхідність створення системи прийняття та підтримки рішень, на які покладаються функції збору, обробки, зберігання, передачі та аналізу інформації від різних джерел повідомлень.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, інформаційні ресурси, інформаційна система, відеодані, швидкість передачі, смуга пропускання.

As a result of scientific research the ways of further qualitative modernization of the control system are set, the priority tasks that are connected with providing terms of efficiency and reliability of the use of the control system are defined. The necessity of establishing the system of acceptance and support solutions on which rely the functions of collection, processing, storage, transmission and analysis of information from different sources of messages is justified.

Keywords: the system of acceptance and support solutions, information resources, information system. video data. speed of transmission, bandwidth.

Вступ

На території України зосереджені стратегічні об'єкти, великі високотехнологічні виробництва, що мають складну, географічно розподілену структуру і велику кількість підрозділів пов'язаних між собою як централізованим, так і децентралізованим способами.

З іншого боку, збільшилась кількість техногенних пригод, спричинених людським фактором, зносом обладнання та неефективністю системи управління. Все це потребує проведення якісної модернізації в першу чергу системи управління. Отже, потрібно забезпечити виконання умов щодо безперервності, оперативності, достовірності та надійності управління.

Постановка задачі

Відповідно до Національної програми інформатизації України, Концепції розвитку Єдиної Національної системи зв'язку України та Національних космічних програм України створюються системи прийняття та підтримки рішень, на які покладаються функції збору, обробки, зберігання, передачі та аналізу інформації від різних джерел з метою підтримки та забезпечення правильного та своєчасного вирішення органами управління.

Мета роботи — дослідження шляхів проведення якісної модернізації системи управління, висвітлення питань та встановлення першочергових кроків, пов'язаних із забезпеченням умов щодо оперативності і надійності системи управління. Обґрунтування необхідності створення системи прийняття та підтримки рішень (СППР), на які покладаються функції збору, обробки, зберігання, передачі та аналізу інформації від різних джерел.

Сформувані вимоги щодо характеристик організації зв'язку та доведення інформації з урахуванням психофізичних особливостей сприйняття та аналізу інформації особою, яка приймає рішення.

Аналіз сучасних систем СППР

Сучасні системи СППР мають багаторівневу ієрархічну структуру з великою кількістю вилучених на значну відстань складових елементів і підсистем, між якими існують певні зв'язки і залежності, що впливають як на побудову самих систем, так і на принципи їх функціонування. Варіант побудови СППР наведено на рис. 1 [3].

Як правило, прийняття рішення здійснюється оператором (керівником, ОПР). Тому необхідно враховувати психофізіологічні особливості щодо сприйняття, обробки і аналізу інформації, а також вплив якості інформації на оперативність і безпомилковість прийняття рішень.

У СППР щодо процесів обробки, передачі та аналізу інформації висувуються такі основні вимоги, до яких належить забезпечення [2; 3]:

- необхідного часу пошуку і доставки даних;
- високої надійності процесів обробки;
- заданої достовірності інформації, що передається, і одержуваної інформації;
- здійснення обміну інформацією між різними користувачами і рівнями прийняття рішень, що знаходяться на відстані один від одного, для створення глобальних, корпоративних, локальних і офісних мереж;
- розмежування доступу різних категорій абонентів до інформаційних ресурсів, баз даних (з урахуванням терміновості, доступності та

інших характеристик) з урахуванням їх пріоритету та прав доступу;

– підготовки для максимальної автоматизації процесів збору, обробки, передачі та аналізу інформації для прийняття рішень;

– зменшення фінансових і енергетичних витрат на створення і підтримку у функціональному стані СППР, зниженні вартості одиниці одержуваного інформаційного ресурсу.

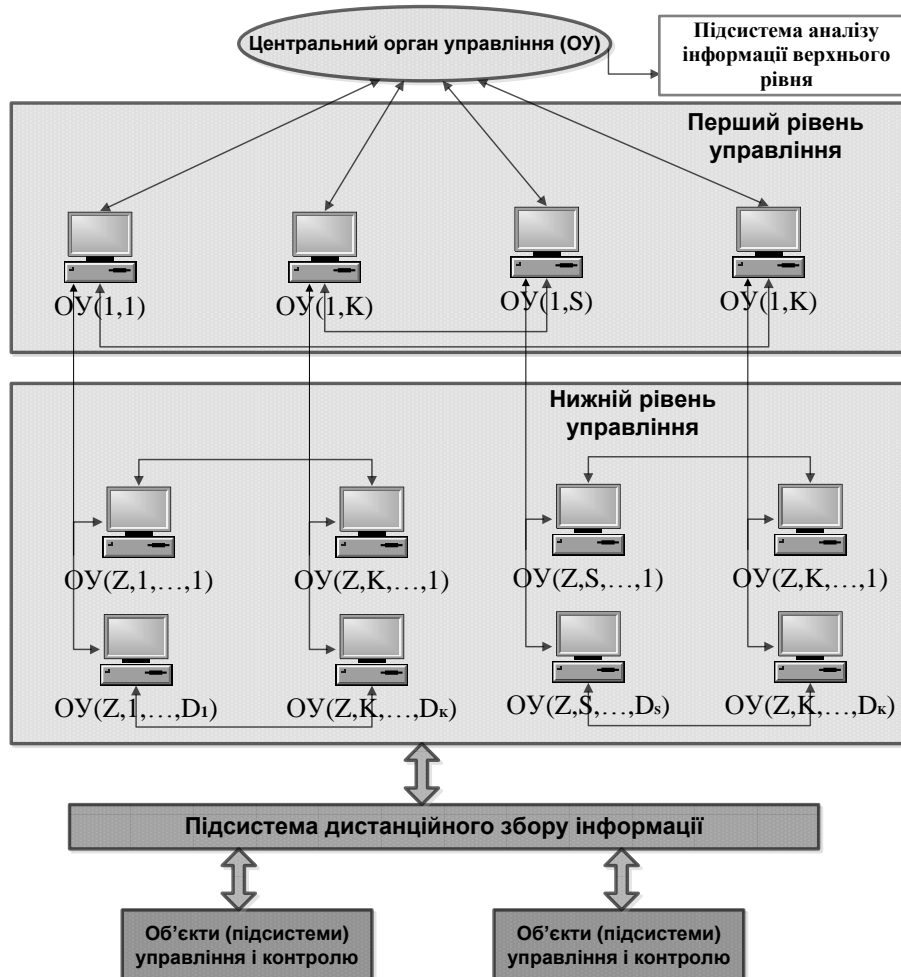


Рис. 1. Структурна схема СППР (варіант побудови)

До основних функцій СППР відносяться [3]:

– проведення безперервного та періодичного збору інформації про стан об'єктів контролю;

– організація обміну, обробки, узагальнення, зберігання, аналізу і відображення інформації про стан об'єктів контролю;

– оперативна підготовка інформації для її відображення на засобах візуалізації.

Залежно від ступеня важливості вирішуваних завдань, а також, психофізичних особливостей сприйняття та аналізу інформації особою, яка приймає рішення (ОПР), час організації зв'язку та доведення інформації має змінюватись у межах від декількох секунд до декількох хвилин;

– ідентифікація і розпізнавання об'єктів, оцінка їх стану;

– прогнозування управлінського та технологічного процесів для оцінки ймовірності виникнення збоїв;

– видача інформації директивного та довідкового характеру.

Для підготовки прийняття рішень використовуються такі типи інформації: відеодані (статичні і динамічні зображення); аудіодані; мовні дані; текстова інформація, представлена у вигляді вихідних текстових документів або в заархівованому вигляді; числові дані, телеметрична інформація, службова інформація; файли графічних форматів і архівів текстової інформації.

Для організації обміну різномірною інформацією телекомунікаційна мережа будується за мультисервісним принципом.

У мережі одночасно передається безліч різних видів трафіку, причому для кожного з них потрібно безумовне дотримання одних або інших параметрів у жорстко встановлених межах, потребується використання спеціалізованих засобів, що не допускають перевантаження мережі і порушення необхідної якості.

Усунення перевантажень у мережі досягається в результаті використання компромісних рішень за умови погіршення якості інформаційного потоку даних — варіації зі смугою пропускання, часом доставки або (для окремих потоків) цілісністю інформації.

Характеристики базових телекомунікаційних технологій (ТКТ), використовуваних для дротових і бездротових каналів передачі даних, наведено в табл. 1–3.

Таблиця 1

Швидкість передачі даних C_k для деяких ТКТ

Тип ТКС		Максимальна швидкість передачі даних
Модеми для виділених ліній		128 Кбіт/с
Цифрова абонентська лінія	ADSL	1,5 Мбіт/с
	HDSL	2,048 Мбіт/с
Інтегрована цифрова мережа (ISDN)		2,048 Мбіт/с
Атмосферні оптичні лінії зв'язку (АОЛЗ)		2,048 Мбіт/с
АТМ		25–155 Мбіт/с
STM–16		2,048 Гбіт/с
Системи цифрової ієрархії SONET рівня OC-96		3–4 Гбіт/с

У табл. 2 наведені характеристики бездротової технології WiMAX, реалізованої на основі міжнародних стандартів IEEE802.16 і IEEE802.16a; відповідно для телекомунікаційних технологій мобільного радіозв'язку — в табл. 3.

Серед послуг, що надаються, найбільше значення набуває відеоінформаційне забезпечення.

Джерелами відеоінформації можуть виступати віддалені відеодатчики (сенсори), сховища на серверах, інші абоненти. Відповідно відеоінформація надходить як у режимі on-line, так і в режимі off-line.

Таблиця 2

Основні технічні дані стандартів IEEE802.16, 802.16a (WiMAX)

	802.16	802.16a
Діапазон	10–66 ГГц	2–11 ГГц
Умови роботи	Тільки пряма видимість	Можливість роботи в непрямій видимості для абонентів ближньої зони
Швидкість, C_k	32,0–134,4 Мбіт/с	1,0–75,0 Мбіт/с
Модуляція	QPSK, 16 QAM, 64 QAM Одна піднесуча	QPSK, 16 QAM, 64 QAM (256 QAM) Одна піднесуча OFDM 256 піднесучих OFDMA 2048 піднесучих
Дуплексний режим	TDD/FDD	TDD/FDD
Смуга частот	20, 25 і 28 МГц	Від 1,25 до 20 МГц
Радіус стільника	Типовий: 2–5 км	Типовий: 4–6 км

Таблиця 3

Швидкість передачі C_k для стандартів рухомого радіозв'язку

Тип стандарту	Швидкість передачі
GSM (GSM-R)	9,6 Кбіт/с
CDMA20003X	64 Кбіт/с (три канали)
APCO 25	9,6 Кбіт/с
Tetrapol	8 Кбіт/с
EDACS	9,6 Кбіт/с
GPRS	Від 13 до 52 Кбіт/с

Широковикористовуваними сервісами є відеоконференцзв'язок (Skype) для дротяних стаціонарних і бездротових мобільних ТКТ, системи відеоспостереження, сенсорні мережі. Наприклад, для систем управління залізничним транспортом відеоінформація надходить як від віддалених відеодатчиків, так і в режимі відеоконференцзв'язку.

Переваги відеоінформаційного забезпечення полягають у наданні ОПР найбільш повної і начочної інформації у формі зручній для аналізу і прийняття рішень. Базовою складовою відеоінформаційного потоку є послідовність кадрів, що розглядаються як окремо, так і як єдині сукупності.

Серед різних типів формування кадрів зображень перевага віддається растровому і матричному способам.

Перший спосіб використовується для ТВ-систем, другий — для комп'ютерних систем. У загальному випадку незалежно від способу формування зображень, бітовий обсяг V послідовності кадрів визначається за формулою

$$V = f_k M N d \text{ (біт)},$$

де $M \times N$ — відповідно кількість рядків і стовпців в одному кадрі; f_k — кількість кадрів, що формуються за секунду (частота кадрів); d — кількість біт на один елемент зображення (глибина оцифрування).

Характеристики відеоінформаційних потоків, які відповідають різним форматам відеозображень наведені в табл. 4 і 5 [1; 2; 4].

Таблиця 4

Характеристики різних методів формування зображень

Тип зображення	Сигнали	Частота дискретизації сигналів, МГц	Сигнали кольорової піднесучої, МГц	Швидкість передачі цифрової інформації, Мбіт/с
Монохромне	E'_Y	12,0	–	72
NTSC	E'_Y $/E'_I$ $/E'_Q$	$\approx 14,32$	$\approx 3,58$	128,7
PAL	E'_Y $/E'_U$ $/E'_V$	$\approx 17,73$	$\approx 4,43$	159,6
SECAM	E'_Y $/D'_R$ $/D'_B$ пост-проково	$\approx 17,62$	$4,406 - D'_R$ $4,25 - D'_B$	158,6
Покомпонентне	Y_D $/C_R$ $/C_B$	$13,5/6,75$ $/6,75$	–	116,6
Телебачення високої чіткості	E'_Y $/E'_U$ $/E'_V$ або E'_Y $/E'_I$ $/E'_Q$	$48,0/24,0$ $/24,0$	–	$\approx 576,0$

Закінчення табл. 4

Тип зображення	Сигнали	Частота дискретизації сигналів, МГц	Сигнали кольорової піднесучої, МГц	Швидкість передачі цифрової інформації, Мбіт/с
Відео-конференц-зв'язок	E'_Y $/E'_U$ $/E'_V$ E'_Y $/E'_I$ $/E'_Q$	–	–	2,048 1,544
Відео-телефон	E'_Y	–	–	0,064

В останньому стовпчику табл. 5 вказується середній обсяг відеоінформаційного потоку для різних форматів зображень. Звідки випливає, що величина V може досягати порядку 10 Гбіт/с. Надалі будемо користуватися таким записом формату: [число пікселів по горизонталі] \times [число пікселів по вертикалі] \times [число кадрів за секунду] або $M \times N \times f_k$.

Таблиця 5

Рівні якості зображень відеопотоку

Якісні рівні кольорового телебачення	Кількість рядків	Роздільна здатність по вертикалі, пікселі	Частота кадрів/с	Середня швидкість потоку нестиснутої відеоінформації, Мбіт/с
Формат CIF	320 – 352	240 – 288	12 – 15; 24 – 30	33 – 66
Нормальний (SD)	640 – 720	480 – 576	24 – 30	252
Підвищений (ED)	720	480 – 576	50	500
Високий (HD)	1280	720	50	1105
Прогресивний (Full HD)	1280 – 1920	720–1080	24–30; 50	1500; 2500

Стандарти формату CIF використовуються для організації передачі відеопотоку в системах мобільного радіозв'язку. Розмір кадру в середньому вибирається рівним 352×288 . Як найбільш економічний варіант модернізації аналогових відеосистем розглядається перехід до цифрового відео підвищеної чіткості з прогресивною розгорткою і форматом зображення $720 \times 576 \times 50$.

Останнім часом найбільшого поширення набувають формати HD і Full HD. У цьому випадку розмір кадру відповідно дорівнює 1280×720 і 1920×1080 , а частота змінюється від 30 кадрів/с для систем з обмеженою пропускною здатністю, до 60 кадрів/с — з відносно високою пропускною здатністю.

У табл. 6 наведено вимоги різних сервісів до затримок, швидкостей передачі для різних типів повідомлень [2; 4; 5].

Таблиця 6

Вимоги різних служб до характеристик мережі

Тип повідомлення	Допустима затримка від абонента до абонента t_d , с	Необхідна швидкість передачі C_k , Кбіт/с	Обсяг повідомлення, V
Мова в цифровій формі	Не більше 0,030	64	10^3 біт
Телетекст	< 1,0	0,24	10^4 знаків
Телекс	< 5,0	0,05	до 2000 знаків
Інтерактивні дані	< 1,0	0,2 – 64	10^4 знаків
Великі масиви даних	10 хв	1000–10000	10^6 – 10^{10} біт
Телефакс (двосторонній)	< 10,0	64	
Телефакс (односторонній)	60–160	до 14,4	
Статичні зображення	< 1,0	До 100 Мбіт/с	
Рухомі зображення	< 1,0	До 3 Гбіт/с	

Аналіз даних у табл. 6 показує, що найменша затримка допустима при передачі мовної інформації в цифровій формі (30 мс). Затримка при передачі статичних і рухливих зображень не повинна перевищувати 1 с. Більш високі значення затримки призводять до помітного для користувачів погіршення якості зображень. Для забезпечення затримок у необхідних рамках потрібно

здійснювати передачу зі швидкостями до 100 Мбіт/с і до 3 Гбіт/с залежно від якості візуальної оцінки зображень. Ширококутові сервіси ставлять високі вимоги до засобів передачі та комутації. Наприклад, для кольорового телебачення необхідна середня швидкість 4–16 Мбіт/с, для телебачення з високою чіткістю — 16–2400 Мбіт/с.

Для того щоб задовольнити вимоги всіх розглянутих сервісів, інфокомунікаційна система повинна володіти такими властивостями:

1) забезпечувати швидкість відеоінформаційного потоку не нижче сотень Мбіт/с;

2) затримка повідомлень при передачі від одного кінцевого пункту до іншого не повинна перевищувати декількох сотень або навіть десятків мілісекунд.

У табл. 7 наведено час t_i , що витрачається на передачу даних у мережах доступу, організованих за допомогою різних технологій. Для ефективності тесту використовувалися файли даних обмежених розмірів.

Таблиця 7

Час t_i , що витрачається на передачу даних інфокомунікаційних мережах

Вид даних	Тестовий обсяг файлу даних	128 Кбіт/с	512 Кбіт/с	1 Мбіт/с	2 Мбіт/с
Електронна пошта	30 Кбайт	1,9 с	0,5 с	0,25 с	0,12 с
Цифрова фотографія	125 Кбайт	7,8 с	2,0 с	1,0 с	0,5 с
Текстовий файл	250 Кбайт	15,6 с	4,0 с	2,0 с	1,0 с
Відео-конференція	384 Кбайт	Неможлива	Можлива	Можлива	Можлива
Обмін з локальними мережами (LAN)	20 Мбайт	20 хв	5,2 хв	2,6 хв	1,3 хв

Аналіз даних у табл. 7 вказує на те, що затримки в передачі даних у декілька разів перевищують допустимі затримки. При цьому найбільша затримка досягається в разі передачі відеоінформації.

У разі передачі відеоінформаційних потоків, які формуються зображеннями високої роздільної здатності (див. табл. 5), час доставки збільшується на кілька порядків (рис. 2).

На рис. 2 подано оцінки часу передачі нестиснених зображень (тут довжина відеопослідовності дорівнює одному кадру). Час переда-

чі досягає декількох сотень секунд у той час як необхідний час доставки одного кадру не повинен перевищувати декількох мілісекунд.

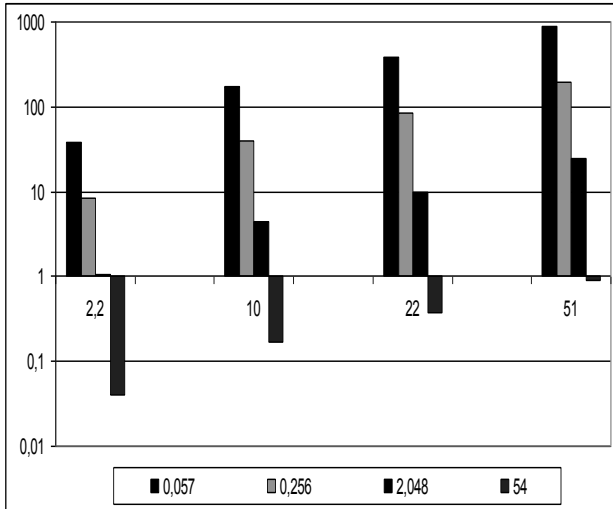


Рис. 2. Оцінка часу передачі t_t у логарифмічному масштабі залежно від C_k і V

Отже, можна підсумувати таке:

- існуючі технології доставки відеоінформації (ТВ високої якості, відеоконференції, статичні зображення) як для транспортних мереж, так і для мереж доступу не забезпечують час передачі в допустимих тимчасових інтервалах. Тимчасові затримки щодо передачі відеоданих перевищують допустимі тимчасові затримки від одиниць до десятків разів;
- існуючі швидкості передачі даних як мінімум у десять разів нижче щодо необхідних швидкостей передачі відеотрафіку;
- необхідно організувати зниження обсягів зображень, переданих по телекомунікаційних мережах у системах прийняття та підтримки рішень.

Висновки

У результаті наукових досліджень встановлено шляхи проведення подальшої якісної модернізації системи управління, встановлено першочергові кроки, пов'язані із забезпеченням умов оперативності та надійності використання системи управління.

Обґрунтовано необхідність створення системи прийняття та підтримки рішень, на які покладаються функції збору, обробки, зберігання, передачі та аналізу інформації від різних джерел повідомлень.

Сформовано вимоги щодо характеристик організації зв'язку та доведення інформації з урахуванням психофізичних особливостей сприйняття та аналізу інформації особою, яка приймає рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Юдін О. К. Кодування в інформаційно-комунікаційних мережах: монографія / О. К. Юдін. — К.: НАУ, 2007. — 308 с.
2. Скляр Б. Цифровий зв'язок. Теоретичні основи й практичне застосування; пер. с англ. / Б. Скляр. — М.: Вільямс, 2004. — 1104 с.
3. Василенко В. А. Теорія і практика розробки управлінських рішень: навч. посіб. / В. А. Василенко. — К.: ЦУЛ, 2003. — 420 с.
4. Юдин А. К. Информационная технология декомпрессии изображений с регулируемой достоверностью. Системы обработки информации / А. К. Юдин, В. В. Баранник, Н. К. Гулак. — Х.: ХУПС. — 2009. — Вип. 3(77). — С. 67–74.
5. Udin A. Information Technology of Compression of Images in Infocommunications Systems / IEEE East-West Design & Test International Symposium / Moscow (Russia) September 18–21, 2009. — P. 495–498.

Стаття надійшла до редакції 30.10.2012.