

Давлет'яни О.І., д.т.н., Найда О.М. (НАУ, Україна)

## АНАЛІЗ ЗАСОБІВ РЕЄСТРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

*Проведено огляд й надані порівняльні характеристики технічних засобів реєстрації сигналів в системах управління. Сформульовані пропозиції щодо вдосконалення засобів реєстрації інформації*

**Вступ.** Відомо, яку важливу роль у нашому житті відіграє інформація. Великі обсяги інформації передаються по наземним та радіо каналам зв'язку, при цьому значна частина якої припадає на мовні повідомлення.

У багатьох випадках інформація надходить насамперед при вербальному контакті безпосередньо, або по телефонних лініях (чи то провідних, чи радіо). За останні роки практикується обговорення пропозицій, домовленостей і навіть договорів безпосередньо при телефонній розмові. У складних системах управління (системах управління залізничним транспортом чи повітряним рухом) ми маємо найпотужніші технічні засоби керування поряд з передачею мовної інформації радіо і телефонними каналами. Це може бути інформація про візуальне спостереження злітно-посадкової смуги та перешкод на ній, переговори технічних служб аеропорту, телефонограми про зліт повітряного судна чи відправлення поїзда та багато іншої. На сьогоднішній день важко назвати системи управління, яка б обходилася без надання їй інформації у мовній формі. Тому з впевненістю можна сказати, що мовна інформація є невід'ємною частиною систем управління і безпосередньо впливає на прийняття рішень від яких залежить не лише економічні показники підприємств, але й життя людей.

У багатьох системах виникає необхідність у збереженні інформації тривалий час. Ця інформація необхідна для створення баз даних, аналізу та прогнозування причин виникнення позаштатних ситуацій, аварій та передпосилок до аварій, а також для об'єктивної оцінки подій та дій людей у повсякденних та критичних ситуаціях, і ідентифікації голосу особи, що розмовляє.

З усього, вище згаданого, зрозуміло, що невід'ємним атрибутом систем управління є засоби реєстрації інформації.

На сьогодні широке застосування системи реєстрації знайшли в авіації, на залізницях, при проведенні засідань, центрах обслуговування визовів, комерційних структурах, служб безпеки і інших спецслужб і т.д. При цьому, завдяки стрімкому розвитку сучасних технологій на перший план виходять цифрові системи реєстрації інформації.

**Постановка задачі.** Метою статті являється порівняльний аналіз по показникам найбільш поширених типів реєстраторів, що використовуються у теперішній час в Україні, а також формулювання основних вимог, що висуваються до реєстраторів мовних сигналів.

**Аналіз засобів реєстрації мовних сигналів.** Основні параметри і властивості, що характеризують сучасні засоби реєстрації, є наступними [1],[2],[3]:

1. Багатоканальність;
2. Об'єм носія інформації, або тривалість неперервного циклу запису;
3. Затрати пам'яті на одиницю часу з урахуванням вимог до якості – розбірливості, а також можливості ідентифікації голосу;
4. Прив'язка записів до часових маркерів;
5. Зручний інтерфейс;
6. Можливість розширення системи;
7. Захищеність записів від фальсифікації, та придатність для фоноскопії.

Перші два пункти не викликають сумніву. Система повинна реєструвати від двох (офісна АТС) до декількох десятків каналів. Стосовно аеропорту – це інформація, що поступає телефонними лініями, переговори між диспетчером та пілотом, мовне оповіщення аеропорту і т.і. Так як інформація повинна зберігатися тривалий час, то

важливим параметром є об'єм накопичуваної інформації, або тривалість неперервного циклу запису (майже усі розроблені на сьогоднішній момент системи реєстрації мовних повідомлень можуть записувати інформацію у циклічному режимі). Як відомо, смуга частот мовних повідомлень 300-3400Гц, тому, за теоремою Котельникова, нам необхідно відцифровувати сигнал з частотою, яка мінімум вдвічі перевищує верхню частоту сигналу. У сучасних системах використовують частоту дискретизації 8кГц. При використанні 16-бітного аналого-цифрового перетворювача отримуємо потік даних 57,6 МВ/годину.

Для зменшення величини потоку даних, тобто затрат пам'яті на одиницю часу, використовуються різні алгоритми стиснення сигналів [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11]. Не всі вони задовольняють вимогам, що висуваються до розбірливості, а також можливості ідентифікації голосу.

У 1999 році ведучими українськими експертами в області ідентифікації було проведено дослідження впливу найбільш поширених алгоритмів стиснення мовної інформації (Microsoft ADPCM, IMA ADPCM, GSM 6.10,  $\mu$ -Law, A-Law, CELP, MPEG Layer 3, TrueSpeech) на ідентифікаційні характеристики мови. По результатам досліджень зроблені висновки, що для використання у цифрових реєстраторах повідомлень можуть бути рекомендовані тільки алгоритми IMA ADPCM,  $\mu$ -Law, A-Law, и MPEG Layer 3 (останній при коефіцієнті стиснення 1:8). На сьогоднішній момент розроблено більше алгоритмів стиснення мовних сигналів, зокрема такі, що базуються на Wavelet-перетвореннях [12], [13], [14], і вони проходять випробовування на можливість використання в цифрових реєстраторах.

Не менш важливим є часове маркування всіх записів, присутності параметрів вибіркового контролю, оперативного пошуку необхідного запису, статистичної обробки накопиченої інформації.

Відображення на дисплеї в журнальному вигляді, даних реєстрації записаної мовної інформації по формі: дата початку запису - рік, місяць, число, час початку запису - години, хвилини, секунди, ознаки - вхідний дзвінок, вихідний дзвінок, номер телефону, з якого дзвонили, номер телефону на який дзвонили значно поліпшує ефективність роботи з даними системами.

До важливих параметрів відносяться такі можливості як індивідуальна настройка кожного з каналів (чи то амплітудна, частотна, або інші характеристики), прослуховування каналів у реальному часі, використання АОН, можливість вибрати або відключити алгоритм стиснення, режим роботи по підняттю трубки чи безперервний запис та багато інших.

У процесі розвитку систем, як правило, виникає потреба у розширенні – збільшенні каналів запису, або функціональних можливостей, що, зазвичай, досягається придбанням нових блоків і поєднання їх з усією системою, якщо така можливість існує, або доданням додаткових плат, якщо мова йде про комп'ютерні реєстратори інформації.

Специфічними параметрами засобів реєстрації являється ступінь захищеності записів від фальсифікації, та придатність для проведення ідентифікаційних досліджень методами інструментального аналізу, тобто фоноскопії. Останнім часом цим питанням приділяється велика увага [15], [16].

Визначення ступеню придатності для ідентифікаційних досліджень аудіо матеріалу проводиться різними методами, що використовуються: аудитивним та інструментальним методами аналізу ознак голосу та мовлення за наступними критеріями:

- розбірливості реплік, які вимовляються - це є необхідною умовою якості запису фонограми при проведенні усіх вищевказаних видів аналізу;
- відношенню сигнал/шум та частотному діапазону корисного сигналу, які визначають можливість проведення інструментального аналізу, зокрема, визначення параметрів основного тону голосу, паузації і ритміки мовлення, проведення сегментації

мовленнєвого сигналу на окремі складові звуку, виділення та оцінку значимих для ідентифікаційного дослідження формантних особливостей, гармонічної структури вузькосмугового спектру та ін.

Сьогодні, для проведення інструментального аналізу широко використовується методика, що реалізована в автоматизованій системі «ДІАЛЕКТ» (Росія) [17].

До складу автоматизованої системи «ДІАЛЕКТ» входить пакет програм по візуалізації та розрахунку акустичних параметрів мовленнєвих сигналів.

Порівняльний аналіз мовленнєвих реалізацій проводиться за інтегральними ознаками, які характеризують мовленнєвий потік у цілому. При цьому цифрований мовленнєвий сигнал в діапазоні частот від 0 до 3661 Гц проходить через «гребінку» цифрових фільтрів, ширина кожного з яких дорівнює 174 Гц. Загальна кількість фільтрів (каналів) – 21. Далі, по кожному з каналів розраховуються наступні ознаки [17]:

- середнє значення спектру,
- нормоване середнє значення спектру,
- відносний час перебування сигналу у смугах спектру,
- нормований час перебування сигналу у смугах спектру,
- медіанне значення спектру мовлення у смугах,
- відносна потужність спектру мовлення у смугах,
- величини варіації огинаючих спектру мовлення,
- нормовані величини варіації огинаючих спектру мовлення,
- значення коефіцієнтів кроскореляції спектральних огинаючих поміж смугами спектру,
- значення компонент гістограми розподілу тривалості періодів основного тону мовлення,
- значення компонент гістограми розподілу частоти основного тону (ЧОТ) мовлення.

Виділені ідентифікаційні ознаки відображають особливості форми спектру голосових імпульсів у різних осіб і особливості фільтруючих функцій їх мовленнєвих трактів (перші шість вищевказаних ознак), динаміку перебудови артикуляційних органів мовлення диктора (ознаки варіацій огинаючих спектру мовлення і нормованих варіацій огинаючих спектру мовлення), а також взаємозв'язок та синхронність руху артикуляційних органів мовлення диктора.

Різниця значень виділених ідентифікаційних ознак порівнюється з порогом допустимих значень варіативності цих ознак, розрахованим на основі статистичних досліджень.

Аналіз засобів реєстрації, які використовуються в Україні, показав, що вони можуть бути умовно віднесені до двох класів: які реалізовані на базі персонального комп'ютера, а також такі, що являють собою спеціальні автономні засоби. Кожний з цих класів має свої переваги та недоліки. Автономні засоби можна підключати до телефонної лінії, або мікрофонів і вони будуть вести запис інформації. Такі системи більш надійні, мають малий час поновлення робочого стану при тимчасових збоях, не дозволяють підроблювати інформацію на внутрішніх носіях. Але в той же час, щоб отримати усі функціональні можливості, як то: пошук необхідного запису, ведення статистичних підрахунків, проведення аналізу запису і т.д. необхідно використовувати персональний комп'ютер. Такі системи мають високу собівартість. Комп'ютерні ж системи мають меншу вартість, значно більшу кількість каналів, реалізованих на одній платі, але вони менш захищені від зовнішнього втручання, як то знищення існуючих записів чи їх підробка. До вагомого недоліку обох видів систем можна віднести відсутність алгоритмів для аналізу фонограм з точки зору їх надійності, як доказу.

Результати пошуку та порівняння основних показників найбільш поширених як автономних так і комп'ютерних систем реєстрації інформації [17], [18], [19], [20], [21], [22], незважаючи на різноплановість і різні одиниці виміру, зведено в таблицю 1.

Слід зазначити, що не досить обґрунтована думка розробників про неможливість створення захищеної системи на базі ПК. Хоча слід погодитися, що на спеціалізованих засобах забезпечити захист значно легше, але це й призводить до значних апаратних витрат.

Таблиця 1. Показники різних систем реєстрації інформації

Показник	Назва реєстратора				
	Partner 911 FS	Triton 2	Mars 06	Digi Voice	Alpha Phon 08
Тип реалізації	Автономний	Автономний	Комп'ютерний	Комп'ютерний	Комп'ютерний
Кількість каналів	До 8	1 на комплект	До 12	До 16	До 24
Об'єм основного носія інформації, GB	120	20	Від системи	Від системи	Від системи
Частота дискретизації сигналу, кГц	8, 16	8	8, 16, 32	8, 16, 32	8, 16, 32
Максимальна розрядність кодека, біт	16	16	16	16	24
Сумарна кількість канало-годин записи на накоплювач 120 Гб, або потік даних	GSM 6.10 8kHz до 21 180 годин U-law 8 kHz до 5 380 годин PCM 16bit 8 kHz до 2100 чгодин	64 (96) Кбіт/сек, А-закон	96, 16, 8, 4, 1.6, 1, 0.6 кБ/сек. в залежності від алгоритму стиснення	96, 16, 8, 4, 1.6, 1, 0.6 кБ/сек. в залежності від алгоритму стиснення	96, 16, 8, 4, 1.6, 1, 0.6 кБ/сек. в залежності від алгоритму стиснення
Співвідношення сигнал / шум	> 75 dB	> 75 dB	>60 дБ	-	-
Тип сітьового інтерфейсу	RG45 twisted par Ethernet	ПК - RS-232, 115200 Бод	RG45 twisted par Ethernet	RG45 twisted par Ethernet	RG45 twisted par Ethernet
Сітьовий протокол	TCP/IP, FTP, UDP, HTTP	-	TCP/IP, FTP, UDP, HTTP	TCP/IP, FTP, UDP, HTTP	TCP/IP, FTP, UDP, HTTP
Операційна система	Real time DSP DOS™ by Concern ALEX	DSP DOS	Windows	Windows	Windows, Free BSD
Вхідний імпеданс (телеф. порт) (по постійному струму)	>2 МОм	-	>1МОм	>2 МОм	-
Вхідний імпеданс (телеф. порт) (по змінному струму)	>2 МОм	-	-	>2100кОм	-
Вхідний імпеданс (лінійний порт)	> 47 кОм	-	<10кОм	-	-
АОН	+	+	+	+	+
Захищеність записів	+	+	-	-	-

**Висновок.** За результатами аналізу технічних характеристик табл. 1, з урахуванням сучасних вимог до засобів реєстрації мовних сигналів, можна зробити висновок про доцільність розробки реєстратора мовних сигналів на базі персонального комп'ютера з використанням високоефективних алгоритмів стиснення сигналів, що дозволяють здійснити ідентифікацію голосу, і забезпечує захист інформації від фальсифікації.

### Список літератури

1. «Автоматическая регистрация и учет телефонных переговоров», «Служба безопасности» 6/98.
2. «Новая технология телефонного общения. Запись персональных переговоров», «Служба безопасности» 7-8/98.
3. «Компьютерная телефония ...без компьютера?», «Связь» 3/98.
4. *Стил Р.* Принципы дельта-модуляции: Пер. с англ. / Под ред. В.В. Маркова. – М.: Связь, 1979. – 368 с.
5. *Орищенко В.И., Санников В.Г., Свириденко В.А.* Сжатие данных в системах сбора и передачи информации / Под ред. В.А. Свириденко. – М.: Радио и связь, 1985. – 184 с.
6. *Мастрюков Д.* Алгоритмы сжатия информации. Часть 1. Сжатие по Хаффмену // Монитор. – 1993. - №7-8. – С. 14-25.
7. *Давлетьянц А.И., Коломиец А.В., Найда А.Н.* Результаты аналитического и экспериментального исследований эффективности алгоритма сжатия речевого сигнала, использующего принцип поразрядного кодирования. Защита информации: Сб. науч. тр. – К.: НАУ, 2002. Вып. 2. – С.68–75.
8. *Шелухин О.И., Лукьянцев Н.Ф.* Цифровая обработка и передача речи./под ред. Шелухина О.И. – М.: Радио и связь, 2000. – 456 с.
9. <http://www.mp3tech.org/>
10. *Давлетьянц А.А.* Адаптивный алгоритм сжатия речевых сигналов. Захист інформації: Науково-технічний журнал. – К.:НАУ, 2003, Вып.2. – С.46-52.
11. *Давлетьянц А.А., Давлетьянц А.И.* Алгоритмы сжатия речевых сигналов и результаты оценки их эффективности. Електроніка та системи управління: Наукове видання - К.:НАУ, 2004, Вып.1. – С. 38-42
12. *Новиков И.Я., Стечкин С.Б.* Основы теории всплесков // Успехи математических наук. 1998. Т. 53. №6 (324). 53-128 с.
13. *Beletskyi A.Ya., Beletskyi A.A., Davletyants A.A.* Fast transformation algorithms of Haar. Вісник – К.:НАУ, 2003, Вып. 2. – С.14-17.
14. *C. Cattani, M. Pecoraro* Nonlinear differential equations in wavelet bases. Акустичний вісник. НАН (Том 3, №4).- Київ, 2000. С.4-10.
15. *Постанова* Кабінету Міністрів України № 1126 від 08.10.97 року про концепцію технічного захисту інформації в Україні
16. *Рибальський О.В.* Перевірка автентичності фонограм при проведенні судово-акустичної експертизи, як однієї із складових інформаційної безпеки держави // Захист інформації : Науково-технічний журнал. – К.: НАУ, 2003, Вып..2 – С.24-31
17. <http://www.upsystems.com.ua/> ЗВІТ дослідження запису мовленнєвого сигналу, зафіксованого на телефонному інтелектуальному терміналі «ТРИТОН-2», на придатність для проведення ідентифікаційних досліджень методами інструментального аналізу. Відділ фоноскопичних досліджень ЦКД при ЕКУ МВС України
18. <http://brandcenter.ru/category/cac02091.htm>
19. [http://security.ami.ua/syssec/rtiap/mars\\_e1.html](http://security.ami.ua/syssec/rtiap/mars_e1.html)
20. [http://das.kiev.ua/Digital\\_dv24.htm](http://das.kiev.ua/Digital_dv24.htm)
21. <http://www.logiphone.kz/index.php?pg=2&lang=rus&tov=69>
22. <http://www.logger.com.ua/voicerecording/products/partner911fs/>