

304 с. 26. Бенерджи П., Баттерфилд Р. Метод граничных элементов в прикладных науках / Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 494 с. 27. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. – М.: Наука, 1985. – 80 с. 28. V. Tesliuk, O. Korbetskyu. A Program for Modeling of Technological Routes of VLSI Fabrication - «ProMIC-T» Technical Proceeding of the Second International Conference on Modeling and Simulation of Microsystems. April 19–21 San Juan Marriot Resort and Stellaris Casino San Juan, Puerto Rico, USA, 99–101, 1999. 29. Теслюк В.М., Корбецький О.Р. Система для моделювання технологічних маршрутів виготовлення біполярних, n-МОН, р-МОН, КМОН І КНІ приладів-«ПроМІС-Т» // Вісник ДУ “Львівська політехніка” “Радіоелектроніка та телекомунікації”. – 1998. – № 352. – С. 105–108. 30. Lobur M., Kosobutckiy P., Tesliuk V. 3-Dimensional Mathematical Models of Technological Processes of MEMD Production . Proceeding of the XI Polish-Ukrainian Conference on “CAD in Machinery Design – Implementation and Educational Problems.”, Warsaw University of Technology Instutyte of Machine Design Fundamentals Press WARSAW, Poland, June 2003 – pp. 27 – 35. 31. Теслюк В.М., Денисюк П.Ю., Гранат П.П. Розробка та реалізація підсистеми збереження та обробки даних системи «ПроМІС-Т» // Вісник Державного університету “Львівська політехніка” “Комп’ютерні системи проектування. Теорія і практика”. – 2003. – № 470. – С. 64 – 69. 32. Хомович Р., Вакубратович М. Общая теория чувствительности / Пер. с сербс. и с англ.; Под. ред. Я.З. Цыпкина – М.: Советское радио, 1972. – 240 с. 33. Лучинин В.В. Микросистемная техника. Направления и тенденции развития // Научное приборостроение. – 1999. – Т. 9, № 1. – С. 3–18. 34. Бочаров Л.Ю., Мальцев П.П. Состояние и перспективы развития микроэлектромеханических систем за рубежом // Микросистемная техника. – 1999. – №1. – С. 41–46. 35. Teslyuk V., Lobur M., Kernytsskyu A., Denysyuk P. Mathematical Model for Optimization of Input Desing Parameters Of Integrated Electrostatic Sensors // Proc. of XIII Polish-Ukrainian Conf. on CAD in Machinery Design – Implementation and Educational Problems. – Jurata, Poland, 2005. – P. 71–78.

УДК: 621.385.832

М.Й. Николишин

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра радіоелектронних пристроїв та систем

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПИСЕМНО-МОВНОЇ КОМУНІКАЦІЇ

© Николишин М.Й., 2007

Розглянуто нову інформаційну модель писемно-мовної комунікації. Описано основні мікрофункції, що зустрічаються під час формування та опрацювання сигналів писемної та мовної комунікації. Відзначено специфіку писемної комунікації, яка полягає у багатократному використанні динамічного сигналу, який формується на основі статичного сигналу, що переносить інформацію у часі.

In the article new information model of written – spoken communication is investigate. Main microfunctions that have place at the written and spoken communication signals processing are described. A specific of written communication which is in a many times dynamic signal usage, which is formed at the base of static signal carrying information in the time is marked.

Вступ. Писемна комунікація як своєрідний просторово-часовий канал обміну інформацією між людьми виникла значно пізніше від мовної комунікації, приблизно 2000 років до н. е. У поєднанні з мовною комунікацією писемна комунікація створила передумови формування особливого системотвірного середовища, в якому почалося творення інформаційного ресурсу

людства. Відтак започаткувався процес нагромадження різноманітної інформації, що стало визначальним моментом еволюції людського суспільства.

Дослідження інформаційної сутності письма і мови розпочато після публікації робіт К. Шеннона у 1949 році з теорії інформатики й кібернетики [1]. Відтоді опубліковано чимало статей, книг і монографій з проблем розпізнавання графічних і слухових образів, математичної лінгвістики, морфологічного аналізу й моделювання, лексикології, фонетики, лексикографії тощо. Проте робіт, у яких письмо і мову розглядають як інформаційну модель комунікації, немає.

Мета роботи – дослідити запропоновану модель писемно-мовної комунікації (ПМК) та визначення її основних характеристик.

Модель писемно-мовної комунікації. Розглянемо інформаційну модель ПМК. Як відомо з [2], [3], в основі кожного письма чи мови лежить закрита субзнакова система – алфавіт. З формальної точки зору – це скінченна множина розпізнавальних структурних елементів. З них, за допомогою певної сукупності правил – граматики, створюються інші розпізнавальні множини. Ці множини ототожнюються з реальними явищами, внаслідок чого реальність трансформується у компактну віртуальну модель, що уможливує ефективніше її пізнання, збереження і передавання у просторі і часі.

Формування структури обробки сигналів. На рис. 1 показано узагальнену структурну схему послідовності інформаційних функцій, які відтворюють процеси опрацювання сигналів на приймальній стороні оптичного й акустичного каналів комунікації. В оптичному каналі опрацьовуються динамічні сигнали, в яких носіями є електромагнітний та електричний процеси. В акустичному каналі опрацьовуються динамічні сигнали, в яких носіями є акустичний процес у звуковому діапазоні частот коливань та утворений з нього електричний процес. Вхідний сигнал акустичного каналу переносить інформацію у реальному масштабі часу, а електромагнітний сигнал оптичного каналу – в зміненому, а саме: в зсунутому масштабі часу. Цей зсув t_{3C} між переданим та опрацьованим сигналом реалізується проміжним статичним сигналом – письмом. В цьому полягає специфіка писемної комунікації.

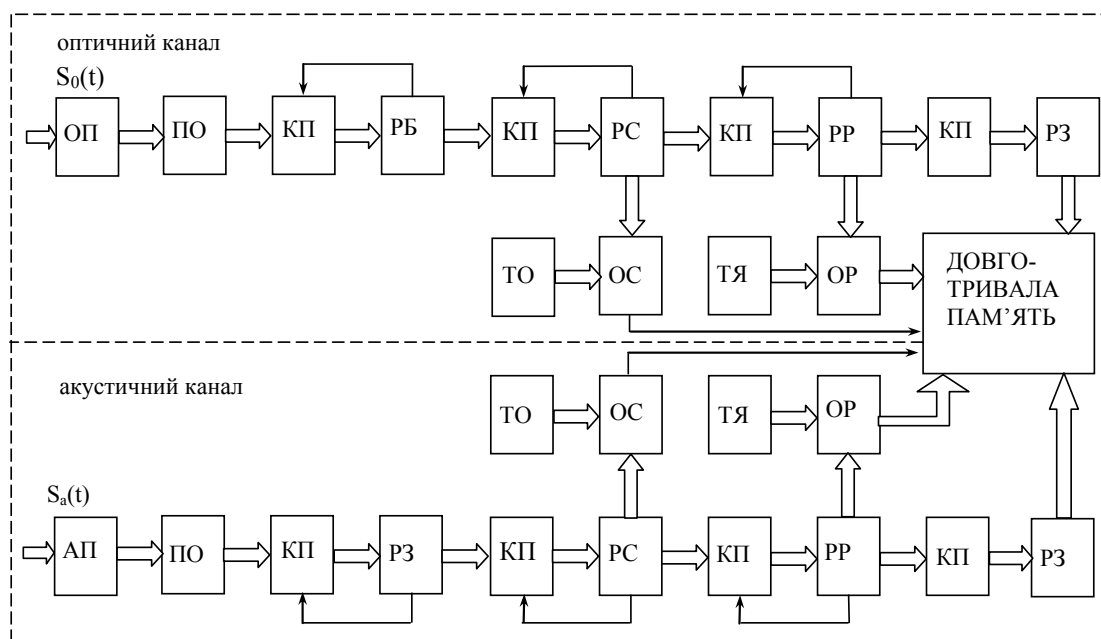


Рис. 1. Спрощена структура послідовності інформаційних мікрофункцій, яка відтворює функції опрацювання оптичного й акустичного сигналів: ОП – оптичне приймання візуального сигналу; ПО – перетворення оптичного звукового сигналу в електричний та його обмеження; КП – короткотривале запам'ятовування; РБ – розпізнавання букв; РС – розпізнавання слів; РЗ – розпізнавання змістів; ТО – тезаурус об'єктів; ТЯ – тезаурус явищ; РЗ – розпізнавання звуків; АП – акустичне приймання звукового сигналу

Перенесення інформації, що міститься в статичному сигналі, на електромагнітний носій, яким є світло, тобто електромагнітні хвилі видимого спектра частот, відбувається внаслідок модуляції параметрів світла статичним сигналом за їхньої взаємодії. Утворений в такий спосіб сигнал, що містить письмову інформацію, приймається оптичним приймачем (оком людини) у діапазоні частот від $f_{MIN} = 405,5 \text{ ГГц}$ до $f_{MAX} = 789,5 \text{ ГГц}$ ($\lambda = 0,74 \dots 0,38$), перетворюється і обмежується по частоті, оскільки його спектр надзвичайно широкий $\Delta f = f_{MAX} - f_{MIN} = 384 \text{ ГГц}$. Далі відбувається запам'ятовування і розпізнавання в умовному пристрої, що називається розпізнавачем букв (РБ).

Буква – геометрично складний об'єкт, містить порівняно прості геометричні елементи (форми), які поєднані між собою так, що створюють цілісність, яка відрізняється від інших. Сукупність простих геометричних форм, що утворюють усі букви алфавіту, назвемо структурними елементами букв (СЕБ) і вважатимемо інформаційним алфавітом букв (ІАБ). Відповідно букви є структурними елементами слова (СЕС) і зв'язані в єдине ціле – слово, утворюють елемент інформаційного алфавіту слова (ІАС). Слова, що є структурними елементами речення (СЕР), зв'язані в цілісність, яка називається реченням, утворюють інформаційний алфавіт речення (ІАР). Речення, поєднані в єдине ціле, є структурними елементами змісту (СЕЗ), утворюють інформаційний алфавіт змісту (ІАЗ). Відтак нарощування геометричної складності елементів інформаційних алфавітів створює передумови для збільшення кількості розрізняваних множин, що уможливило відтворення складніших сутностей і, як наслідок, збільшення інформаційної ємності писемної комунікації. Опрацювання сигналів, що утворюють алфавіти вищих порядків, яке завершується розпізнаванням відповідно складніших множин, здійснюється умовними пристроями РС, РР, і РЗ, відповідно розпізнавачами слів, розпізнавачами речень і розпізнавачами змістів.

Розглянемо сукупність інформаційних мікрофункцій, які в своїй взаємодії повинні реалізовувати функцію розпізнавання букв априорі відомого алфавіту. Нехай мікрофункції репрезентуються умовними пристроями, зображеними на рис. 2, за малого рівня корисного сигналу відношення енергії інформативної частини суміші сигналу і шуму до енергії шуму може бути меншим за деяке порогове значення: $q_{ПОР} = E_{ПОР} / N_0$, де $E_{ПОР}$ – пороговий рівень енергії зашумленого сигналу, нижче від якого корисний сигнал не виділяється; N_0 – енергія шуму. В цьому випадку необхідно є мікрофункція виявлення СЕБ. Її можна реалізувати виявником (ВК) з адаптивно регульованим порогом виявлення (ПВ). За великого відношення енергії сигналу до шуму відпадає потреба виявляти СЕБ.

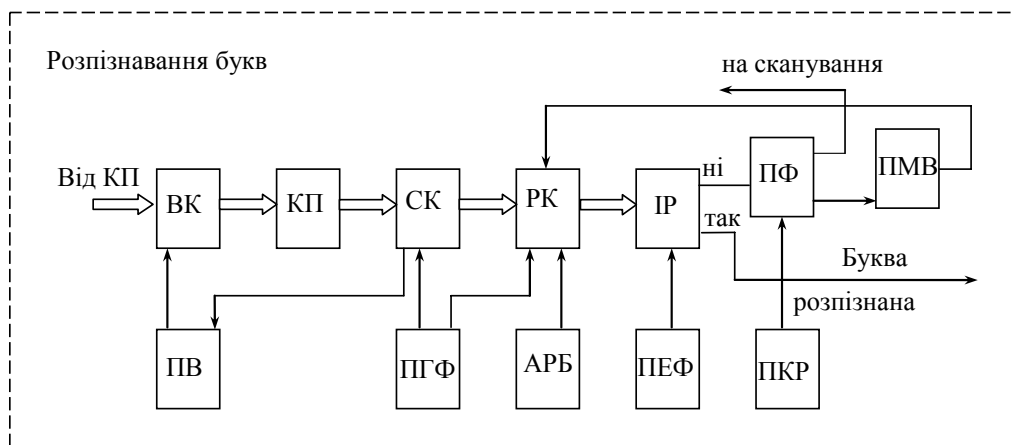


Рис. 2. Спрощена структура послідовності інформаційних мікрофункцій, яка відтворює функцію розпізнавання букви: ВК – виявлення структурних елементів букв; КП – короткотривале запам'ятовування; СК – селекція виявлених структурних елементів букв; ПГФ – відтворення з довготривалої пам'яті простих геометричних форм, що є еталонами СЕБ; РК – реконструкція букви; АРБ – відтворення алгоритму реконструкції букви; ІР – ідентифікація реконструйованої букви; ПЕФ – відтворення з довготривалої пам'яті еталонних форм букв; ПР – прийняття рішення у разі незбігу реконструйованої букви з еталонною; ПМВ – відтворення можливих відхилень букв; ПКР – відтворення критеріїв, за якими приймається рішення

Виявлені СЕБ запам'ятовуються у КП, селекціонуються у СК і об'єднуються за алгоритмом реконструкції букв у геометричну цілісність за допомогою реконструктора РК. Далі в ідентифікаторі ІР відбувається порівняння реконструйованої букви з еталоном, що зберігається в довготривалій пам'яті ППФ. У разі незбігу форми реконструйованої та еталонної букв вмикається пам'ять можливих відхилень, і якщо з урахуванням меж відхилення реконструйована буква не ідентифікується, приймається рішення про завершення процесу розпізнавання. Реконструйована геометрична форма не запам'ятовується. У протилежному випадку буква вважається розпізнаною і запам'ятовується. Далі процеси виявлення, селекції, реконструкції, ідентифікації та запам'ятовування повторюються. Для цього вмикається мікрофункція сканування оптичним приймачем.

Накопичені в пам'яті розпізнані букви і зв'язки між ними стають елементами нової геометричної множини – слова. У цій множині букви є підмножинами відповідно слова, об'єднані в єдине ціле стають підмножинами більш потужної множини речення, речення – змісту. Розпізнавання слів, речень і змістів здійснюється за подібними алгоритмами за подібних мікрофункцій.

Кількісна оцінка. Дано інформаційну оцінку основним мікрофункціям опрацювання вхідних і проміжних сигналів. Відзначимо, що згідно з сучасним концептом інформації [4], її визначають як запам'ятовуваний вибір одного елемента з розрізнюваної множини елементів. У цьому випадку розрізнюваною множиною елементів є інформаційний алфавіт: ІАБ; ІАС; ІАР; ІАЗ. Кількість інформації в різних інформаційних алфавітах є різною, тому що їх обсяги різні. У тім кожний інформаційний алфавіт репрезентує якісно іншу інформацію. ІАБ репрезентує геометричну сутність букв. Його елементами є прості геометричні форми: відрізки прямих різних довжин і різних напрямків і різних локалізацій, півкола різних радіусів і різних локалізацій, коло, двокрапка, комоподібні елементи (табл. 1). Елементами ІАС є 33 букви алфавіту, елементами ІАР – множина слів, а елементами ІАЗ – множина речень.

Кількість інформації, що затрачається на розпізнавання букви апіорі відомого алфавіту, буде різною за випадкового і цілеспрямованого вибору елементів із множини ІАБ. Зупинимось на випадковому виборі. За різномовірнісних значень СЕБ вибір i -го елемента дає кількість інформації, що визначається так:

$$I_E = -\log_2 P_i, \quad (1)$$

де P_i – імовірність (використовуємо частотність) i -го елемента.

Таблиця 1

Частотність структурних елементів букв

Стр. елт.												
w	0,418	0,258	0,260	0,209	0,132	0,141	0,108	0,091	0,090	0,088	0,056	0,056
Стр. елт.												
w	0,044	0,044	0,042	0,042	0,040		0,036	0,029	0,028	0,026	0,011	0,007
Стр. елт.												
w	0,006	0,002										

Кількість елементів, необхідних для реконструкції букви апіорі відомого алфавіту, яка визначає її геометрично-просторову форму, є різною для різних букв. Використаємо великі букви алфавіту. Найпростіша з них І містить один структурний елемент, найскладніша Д – шість. Не

враховуючи зв'язків між елементами складних букв, визначимо необхідну для їх реконструкції кількість інформації за цілеспрямованого вибору СЕБ:

$$I_J = -[\log_2 \omega_1 + \log_2 \omega_2 + \dots + \log_2 \omega_i], \quad (2)$$

де I_J – кількість інформації, необхідної для реконструкції J -ї, букви; i – кількість СЕБ; ω_i – частотність i -го СЕБ.

За випадкового вибору структурного елемента з множини СЕБ усіх букв кількість інформації дорівнює

$$I_{BB} = -M_B \sum_1^{M_B} \omega_i \cdot \log_2 \omega_i, \quad (3)$$

де ω_i – частотність i -го СЕБ; M_B – обсяг ІАБ.

Інформаційний коефіцієнт корисної дії розпізнання j -ї букви визначається таким виразом:

$$\eta\% = I_J / I_{BB} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Використовуючи значення частотностей СЕБ із табл. 1, визначимо кількість інформації, необхідної для реконструкції j -ї букви. Зафіксуємо їх у табл. 2. За виразом (4) за даними табл. 2 знайдемо, що значення інформаційного коефіцієнта корисної дії розпізнавання 33 букв алфавіту змінюється у межах 1,7...12 %. Тут не враховано кількість інформації, що затрачається на ототожнення.

Таблиця 2

Кількість інформації, що необхідна для реконструкції букв

А	Б	В	Г	Ґ	Д	Е	Є	Ж	З	И	І	Ї
7,02	7,54	7,98	4,07	16,36	22,23	9,83	6,83	20,17	6,68	5,10	3,13	10,51
Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х
6,99	10,27	12,15	7,92	5,41	3,46	5,97	5,83	4,57	5,94	10,88	12,27	4,76
Ц	Ч	Ш	Щ	Ю	Ь	Я						
11,31	7,34	9,49	14,44	4,73	5,97	12,43						

Важливою характеристикою процесу розпізнавання букв відомого алфавіту за значень $q \leq q_{\text{пор}}$ є повна ймовірність похибки P_X . Ця похибка розпізнавання букви під час подальшого опрацювання сигналів зумовлює похибку розпізнавання слова, а далі речення і змісту. Найпростіше визначається P_X для подібних букв, слів і речень. Наприклад, для букви И та Й, І та Ї, Г та Ґ тощо:

$$P_X(I, \tilde{I}) = P(I) \cdot P(\tilde{I}/I) + P(\tilde{I}) \cdot P(I/\tilde{I}), \quad (5)$$

де $P(I)$, $P(\tilde{I})$ – апіорі (безумовні) ймовірності букв відповідно I та \tilde{I} , $P(\tilde{I}/I)$; $P(I/\tilde{I})$ – апостеріорні (умовні) ймовірності сприймання букви \tilde{I} за наявності зашумленої букви I , і навпаки.

В подібний спосіб можна оцінити слова і речення. Однак для суб'єктів комунікації ця оцінка є другорядною. На перший план виступає інформація, ототожнена і яка відтворюється через цю геометричну різноманітність слів і речень, а саме: інформація об'єктивно існуючих явищ, процесів тощо, що ототожнена з цією суб'єктивно створеною геометричною різноманітністю. Відтак після фіксації правильно розпізнаних слів та речень встановлюються істинні інформаційні алфавіти: ІАСО – слів, ІАРО – речень. Відтепер паралельно існують дві різноманітності, елементи яких суб'єктивно пов'язані між собою ототожненнями, які зафіксовані відповідними тезаурусами. Одна – суб'єктивна різноманітність геометрично різних елементів, друга – об'єктивна різноманітність реально існуючих явищ, процесів, об'єктів тощо. Саме остання має цінність для суб'єктів комунікації, тому інформаційні оцінки повинні виходити з адекватних інформаційних алфавітів: ІАСО, ІАРО, ІАЗО. Не проводячи такої оцінки, зауважимо, що відтворювана інформація має якісну та кількісну складові. І якщо кількісну складову можна оцінити через кількість інформації, то якісну складову так оцінити не можна, бо інформаційного алфавіту для такої оцінки неможливо створити. В іншому випадку це буде суто суб'єктивний, тобто неінформаційний алфавіт.

На завершення наведемо узагальнену функційно-структурну схему індивідуальної моделі писемно-мовної комунікації (рис. 3).

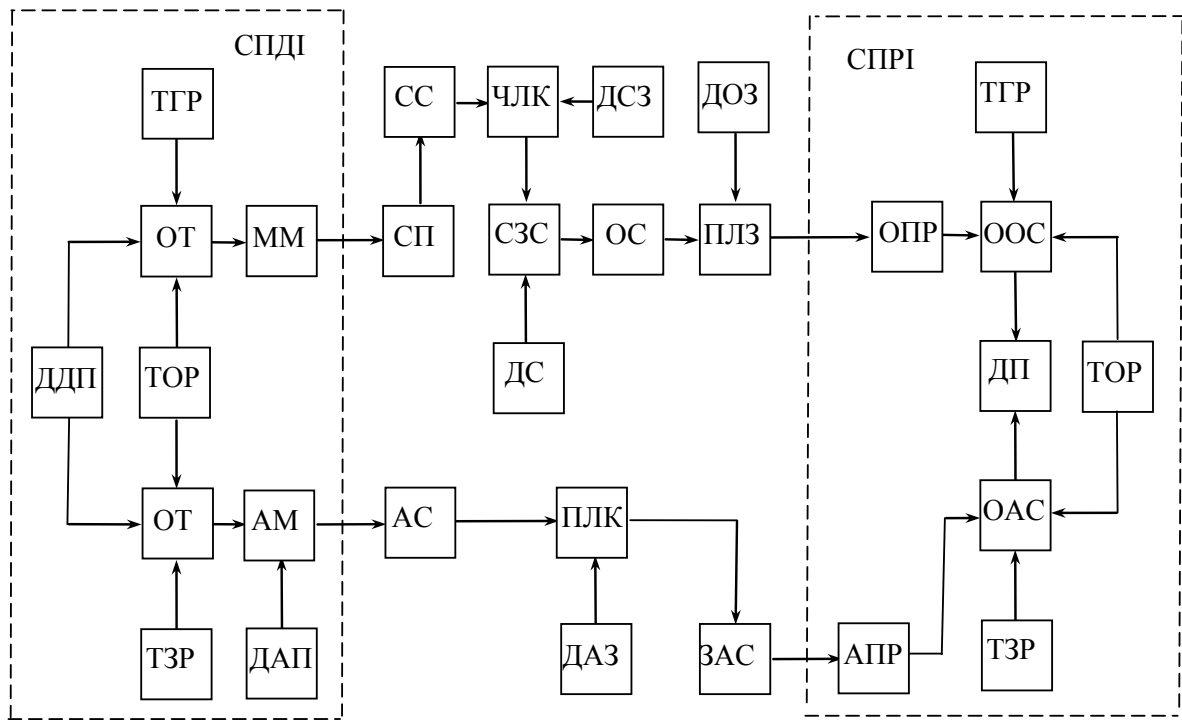


Рис. 3. Функційно-структурна схема інформаційної моделі писемно-мовної комунікації: СПДІ – суб’єкт передаваної інформації; ДДП – джерело динамічного носія; ОТ – ототожнювач; ТОР – тезаурус об’єктивно існуючої різноманітності; ТГР – тезаурус суб’єктивно створеної геометричної різноманітності; СП – статичний носій; СС – статичний сигнал; ММ – механічний модулятор; АМ – акустичний модулятор; ДАП – джерело акустичного носія; АС – акустичний сигнал; ДСЗ – джерело завад для статичного сигналу; ЧЛК – часова лінія комунікації; ПЛК – просторова лінія комунікації; ДАЗ – джерело акустичних завад; ЗАС – зашумлений акустичний сигнал; ДС – джерело світла; СЗС – статичний зашумлений сигнал; ДОЗ – джерело завад для оптичного сигналу; ОС – оптичний сигнал; ПЛЗ – просторова лінія зв’язку; ОПР – оптичний приймач; ООС – опрацювання оптичного сигналу; ДП – довготривала пам’ять; АПР – акустичний приймач; ОАС – опрацювання акустичного сигналу; ТЗР – тезаурус суб’єктивної звукової різноманітності

Суб’єкт передаваної інформації формує статичний сигнал, що містить інформацію у формі геометричних множин. Ці множини ототоженні з об’єктами, подіями, процесами і явищами реального світу згідно з тезаурусами ТОР і ТГР. Статичний сигнал, розповсюджуючись у часовій лінії комунікації, піддається дії статичних завад. Зашумлений статичний сигнал породжує динамічний, зокрема оптичний, сигнал при опроміненні його світловим потоком від зовнішнього джерела ДС. Оптичний сигнал приймається оптичним приймачем і опрацьовується суб’єктом сприйнятої інформації за алгоритмом, описаним вище. Передана інформація відтворюється під час ототожнення прийнятих геометричних множин із реальними множинами відповідно до ототожнення ТОР і ТГР. Мовний сигнал формується за допомогою акустичного модулятора з ототожнених елементів ТЗР. Сформований АС, взаємодіючи з завадами в ПЛК та шумами, набуває зашумленого вигляду. Після АПР він опрацьовується і внаслідок ототожнення прийнятої звукової різноманітності з відповідною різноманітністю ТОР відтворює передану інформацію.

Висновки:

1. Запропоновано інформаційну модель писемно-мовної комунікації, згідно з якою інформація переноситься у просторі та часі за допомогою статичного і двох динамічних носіїв: електромагнітного – у видимому діапазоні хвиль і акустичного – у звуковому діапазоні частот гармонічних коливань. Сформовані на основі динамічних носіїв оптичний і акустичний сигнали є

взаємно незалежними та можуть містити різну інформацію. Лінії комунікації, через які поширюються ці сигнали, також взаємозалежні.

2. Показано, що динамічний оптичний сигнал, який поширюється в просторовій лінії комунікації, багатократно відтворюючись із статичного сигналу, існує до того часу, доки в часовій лінії комунікації існує статичний сигнал.

3. Встановлено, що процес добування інформації з прийнятих оптичного і акустичного сигналів є ієрархічно складним. Кожному з чотирьох ієрархічних рівнів складності властиві мікрофункції виявлення, селекції, розпізнавання та ідентифікації. На третьому та четвертому ієрархічних рівнях ще додаються мікрофункції ототожнення.

4. На основі введеного поняття інформаційного алфавіту розглянуто методику визначення основних інформаційних параметрів функцій розпізнавання ієрархічно ускладнених елементів опрацьованих сигналів.

1. Шенон К. *Работы по теории информации и кибернетике*. – М.: ИЛ, 1963 – 829 с. 2. Широков В.Д. *Інформаційна теорія лексикографічних систем*. – К.: „Довіра”, 1998 – 329 с. 3. Дирингер Д. *Алфавит*. – М.: ИЛ, 1963 – 531 с. 4. Чернавский Д.С. *Синергетика и информация*. – М.: “Едиториал УРСС”, 2004. – 287 с.

УДК 539.293

В.В. Гоблик, В.А. Павлиш, І.В. Ничай

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних засобів інформаційно-комп’ютерних технологій

МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОННИХ КРИСТАЛІВ ГІЛЛЯСТИМИ ЛАНЦЮГОВИМИ ДРОБАМИ

© Гоблик В.В., Павлиш В.А., Ничай І.В., 2007

Для опису фотонних кристалів запропоновано моделі у вигляді гіллястих ланцюгових дробів. Проаналізовано переваги таких моделей для задач дослідження інфокомунікаційних властивостей фотонних кристалів на базі модульованих нанорозмірних структур. Досліджено особливості розподілу поля одновимірного фотонного кристала на основі тонкої періодично-неоднорідної пластини. Розглянуто прикладні задачі використання результатів цього дослідження в перспективних інфокомунікаційних системах.

In given paper the models of photon crystals in the form of branchedcontinual fractions are offered. Advantages of such models for the problems of research of info-communicational properties of the photon crystals on the basis of modulated nano-dimensional structures are analysed. Features of a field distribution of the one-dimensional photon crystal on the basis of thin periodically - a non-uniform plate are investigated. Applied problems of results use of the given research in perspective info-communicational systems are considered.

Вступ. Задача освоєння нанорозмірної сфери для розв’язку актуальних проблем розвитку людства визначена як основні національні пріоритети провідних країн світу, в тому числі і України [1]. Тому розробка математичних моделей як ефективного інструмента дослідження фотонних кристалів на базі нанорозмірних структур є надзвичайно важливою науково-технічною проблемою.