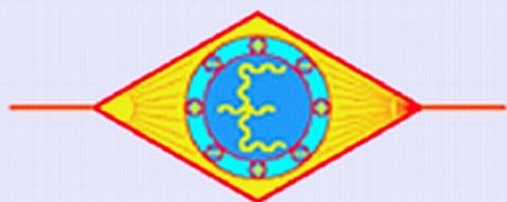


**В. П. КОЖЕМ'ЯКО, Л. О. ВОЛОНТИР,  
Г. Д. ДОРОЩЕНКОВ**



**ОБРОБКА, ПЕРЕДАЧА І ВІДТВОРЕННЯ  
ЗОБРАЖЕНЬ В УПРАВЛІНСЬКИХ  
ГЕОІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ  
НА БАЗІ ЛОГІКО-ЧАСОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ**

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**В. П. Кожем'яко, Л. О. Волонтир, Г. Д. Дорощенко**

**ОБРОБКА, ПЕРЕДАЧА І ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ  
В УПРАВЛІНСЬКИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
СИСТЕМАХ НА БАЗІ ЛОГІКО-ЧАСОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ**

**Монографія**

**Вінниця  
ВНТУ  
2011**

УДК 621.397:681.3

ББК 32.811

К58

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 5 від 23. 12. 2010 р.)

Рецензенти:

**З. Ю. Готра**, доктор технічних наук, професор

**Р. Н. Квєтний**, доктор технічних наук, професор

**Л. І. Тимченко**, доктор технічних наук, професор

**Кожем'яко, В. П.**

К58      Обробка, передача і відтворення зображень в управлінських геоінформаційно-енергетичних системах на базі логіко-часових перетворень : монографія / В. П. Кожем'яко, Л. О. Волонтир, Г. Д. Дорощенко. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 184 с.

ISBN 978-966-641-409-3

У монографії детально розглянуто формальний математичний апарат логіко-часових функцій і створення на цій основі систем обробки, передачі і відтворення зображень, зокрема відеоекранів на базі над'яскравих світлодіодів з підвищеними ергонометричними характеристиками. Розроблена багатокритеріальна нелінійна регресійна модель функціонування матричного відеоекрана для оцінки якості відображення та комфортності сприйняття інформації.

Для науковців, аспірантів, студентів та фахівців відповідного напрямку.

**УДК 621.397:681.3**

**ББК 32.811**

**ISBN 978-966-641-409-3**

© В. Кожем'яко, Л. Волонтир, Г. Дорощенко, 2011

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ УПРАВЛІНСЬКИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНО- ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>9</b>
1.1. Аналіз сучасного стану і напрямків розвитку геоінформаційно-енергетичних систем.....	9
1.2. Аналіз методів кодування інформативного сигналу	18
1.3. Аналітичний огляд традиційних методів перетво- рення зображень.....	23
1.4. КVP-перетворення як особливий метод обробки зображень.....	28
1.5. Аналіз напрямків розвитку відеоінформаційних систем.....	30
<b>РОЗДІЛ 2. ПРИНЦИПИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ПРИ ОРГА- НИЗАЦІЇ СИСТЕМ ОКО-ПРОЦЕСОРНОГО ТИПУ.....</b>	<b>49</b>
2.1. Око-процесорна обробка логіко-часових функ- цій.....	49
2.2. Інтегрування логіко-часових функцій для розпізна- вання та відтворення зображень за ознаками.....	65
2.3. Дослідження властивостей первісних логіко- часових функцій для обробки бінарних зобра- жень.....	67
2.4. Дослідження властивостей первісних логіко- часових функцій для обробки напівтонових зобра- жень.....	84
2.5. Математичне обґрунтування стискаючих властиво- стей логіко-часового перетворення.....	94
2.6. Синтез нейронних систем на квантрон-автоматах з використанням поняття енергетичного нуля.....	98
<b>РОЗДІЛ 3. ВІДТВОРЕННЯ НАПІВТОНОВИХ КОЛЬОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ У ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ.....</b>	<b>105</b>
3.1. Формування ключ-функції та бази знань розпізна- вання об'єктів за ознаками.....	105
3.2. Формування градацій яскравості на основі методу КVP-перетворення.....	109

3.3. Розроблення компонент для побудови систем відтворення зображень за методом KVP–перетворень.....	113
3.4. Визначення комфортності сприйняття зображень на матричному екрані.....	123
<b>РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ СИСТЕМ ОКО–ПРОЦЕСОРНОГО ТИПУ.....</b>	<b>128</b>
4.1. Особливості побудови операційних пристроїв для систем відтворення зображень.....	128
4.2. Структурна організація систем відтворення зображень з набірним екраном на світлодіодах.....	131
4.3. Рекомендації щодо оптимізації структури системи відтворення зображень на основі моделей KVP-перетворювачів.....	145
4.4. Аналіз результатів оптимізації структури системи відтворення зображень.....	152
4.5. Практично реалізована система відтворення зображень .....	169
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>171</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>172</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

КVP-перетворення – логіко-часове перетворення;  
HL – світловипромінювальний елемент;  
БОП – блок оперативної пам'яті;  
БППР – блок послідовно-паралельних регістрів;  
БР – блок розгортки;  
ВБ – відеопроцесорний блок;  
ВЛД – вакуумно-люмінесцентний дисплей;  
ВОЛЗ – волоконно-оптичні лінії зв'язку;  
ВШ – вертикальна шина;  
ГРП – газорозрядна панель;  
ГШ – горизонтальна шина;  
ДДК – двійково-десяткові коди;  
ЕОМ – електронна обчислювальна машина  
ЕПТ – електронно-променева трубка;  
К – елемент комутації;  
КЗ – комірка зображення;  
ЛЧФ – логіко-часова функція;  
ОЕГІЕС – оптоелектронна геоінформаційно-енергетична система;  
ПДП – плазмово-дисплейна панель;  
ПЕД – дисплей на польовій емісії;  
ППД – плоско-панельний дисплей;  
РКД – рідкокристалічний дисплей;  
СВІ – система відображення інформації;  
СЧ – система числення;  
ТПЕЛД – тонкоплівковий електролюмінесцентний дисплей змінного струму;  
ФН – формування напівтонів;  
ФС – формувач сигналів.

## ВСТУП

Важливою передумовою становлення України як сучасної індустріально розвиненої держави є визначення нею своїх науково-технічних пріоритетів. Аналіз закономірностей розгортання науково-технічного прогресу в світі, а також наукового потенціалу нашої країни переконує, що одним з таких має стати оптико-електронне приладобудування. Але реалізація відповідних проектів потребує цілеспрямованої інноваційної політики. Сьогодні особливої актуальності у світі набувають наукові і технічні дослідження в галузі оптоелектронного приладобудування для видимого діапазону електромагнітного випромінювання. Саме їм належить домінуюча роль в отриманні інформації про людину, навколишнє середовище, тактико-технічні характеристики сучасних і майбутніх геоінформаційних систем. Оптика та оптоелектроніка — класичні інформаційні технології, які наприкінці минулого століття набули нового імпульсу і тепер інтенсивно реалізують новітні науково-технічні ідеї [1–3].

Протягом останнього часу значно зросли об'єми інформації, яку використовує людство у вирішенні задач повсякденного життя. Зважаючи на демографічне зростання та техногенний розвиток людської цивілізації, можна з великим ступенем достовірності прогнозувати, що людству в майбутньому доведеться вирішувати задачі глобального інформаційного обміну. У XXI столітті людство вже починає стикатися з такими проблемами: інтелектуальне керування великими транспортними потоками сучасних мегаполісів, віддалене керування промисловими технологічними процесами та іншими інфраструктурами [4, 5], ефективне функціонування яких неможливе без якісних засобів представлення інформації та відтворення зображень.

На теперішній час при розробці та використанні обчислювальної техніки та систем керування велика увага приділяється системам відтворення зображень, підвищенню їх техніко-економічних та ергономічних характеристик. Системи відтворення зображень мають найбільшу пропускну здатність інформаційного каналу, через який здійснюється двосторонній зв'язок користувача і комп'ютера, у зв'язку з чим роль і значення візуального подання результатів обчислень беззупинно зростає. Бурхливий розвиток засобів обробки інформації, підвищення рівня автоматизації процесів виробництва і керування при-

водить до зростання ролі людського чинника, тому надзвичайно важливою є організація ефективної інформаційної взаємодії людини з ЕОМ. Найбільш емне та наочне представлення великих об'ємів даних забезпечує візуальна інформація, яка дозволяє провести оцінку результатів обчислення, внести необхідні корективи, відібрати з представленої матеріалу дані для подальшої машинної обробки. Для візуального подання інформації та її реалістичного відображення в професійних інсталяціях (ситуаційні центри, диспетчерські, телестудії та кінотеатри, транспортні термінали, інформаційні системи та рекламні засоби) широко використовуються системи відтворення зображень, серед яких перспективними є відеосистеми на основі світлодіодних матричних екранів [6, 7].

Створення спеціалізованих та універсальних систем відображення інформації, що мають високий рівень технічних та ергатичних параметрів, стало можливим завдяки використанню досягнень оптоелектроніки. Так за останні 10 років продаж світлодіодів збільшився з 820 млн до 5,1 млрд доларів. За оцінками аналітиків компанії Strategies Unlimited в найближчі п'ять років середній темп росту складе 20 % та в 2013 році досягне рівня 12,4 млрд доларів [7]. Економія електроенергії при переході на світлодіодні джерела світла може скласти 167 млрд. кіловат-годин. До 2025 року прогнозне збереження потужності складе 17,2 ГВт, що еквівалентно енергії, яка виробляється 29 електростанціями потужністю 600 МВт кожна. Саме тому в Україні була затверджена Державна науково-технічна програма зі створення нових елементів і пристроїв електронної техніки спеціального призначення . . . , а також сучасних систем відображення інформації [8]. Наведені дані свідчать про те, що зростає використання світлодіодних технологій.

У системах розпізнавання, обробки та відтворення зображень доцільно використовувати логіко-часові (KVP) перетворення, які спроможні забезпечити обробку сигналів будь-якого типу, не потребують складних обчислень, мають просту апаратну реалізацію. Посадання методів, які основані на KVP-перетворенні, і світлодіодних технологій при відображенні інформації, зокрема на базі над'яскравих світлодіодів, дозволяє реалізувати ефективні системи та пристрої з високим рівнем технічних і ергонометричних характеристик.

**У першому розділі** проведено аналіз сучасного стану і напрямків розвитку управлінських геоінформаційно-енергетичних систем, методів кодування інформативного сигналу, аналітичний огляд методів перетворення зображень та напрямків розвитку відеоінформаційних систем.

**У другому розділі** описано розроблені математичні засади око-процесорної обробки зображень на основі логіко-часових функцій (ЛЧФ). В розділі розвинуто формальний математичний апарат оброблення зображень. Вдосконалено формальний апарат опису зображень, встановлено та доведено низку властивостей інтегрування сигналів бінарних та напівтонових зображень.

**В третьому розділі** розглянуто застосування методу KVP-перетворень для розробки систем відтворення зображень. Розроблені реальні структури сучасних відеоекранів та алгоритми формування яскравості елементів відображення. Рівень придатності індикаторів для відтворення зображень на відеоекрані оцінює розроблений комплексний коефіцієнт комфортності сприйняття зображення, який враховує оптимальний рівень яскравості, однорідність за яскравістю, оптимальну контрастність, заповнення площі поля зображення та лінійні розміри індикаторних елементів.

**В четвертому розділі** наведено архітектуру та структурну організацію систем відтворення зображень. Розроблено структурні схеми системи відтворення зображень на матричному відеоекрані набірно-модульної конструкції для різних варіантів побудови комірки відображення. Проведено експериментальне та математичне моделювання на основі стохастичних зв'язків залежності відповідних коефіцієнтів від змін технічних та експлуатаційних характеристик розробленого відеоекрана.

## РОЗДІЛ 1.

# АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ УПРАВЛІНСЬКИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

### 1.1. Аналіз сучасного стану і напрямків розвитку управлінських геоінформаційно-енергетичних систем

Сучасні інформаційно-вимірювальні та обчислювальні структури, а також системи автоматики та зв'язку постійно ускладнюються, а вимоги до їх використання зростають. Для розширення функціональних можливостей та підвищення їх ефективності стала дійсною необхідність створення цих систем на нових принципах та архітектурно-структурних засобах. На сьогоднішній день, до задач, які є досить перспективними та водночас не досить дослідженими відносять задачі розпізнавання та відтворення зображень [9–13].

Минуле століття дало людству окрім глобальної інформаційної мережі ще й досить велику кількість різних способів підключення до неї, але завжди стояла проблема прокладення нових окремих інформаційних комунікацій. Тому виникли розробки, що передбачали використання для підключення до глобальної інформаційної мережі вже наявних на той час розповсюджених енергетичних та телефонних ліній. Вони були орієнтовані не тільки на підключення до Internet, але й на створення локальних інформаційних мереж. Серед них можна виділити два найбільш помітні стандарти – HomePNA 1.0 – передача даних по телефонних комунікаціях для побудови локальних мереж – та HomePlug – передача даних по електроенергетичних комунікаціях для побудови локальних мереж та підключення до Інтернет.

Як перший, так і другий варіант передбачають суттєву економію у створенні інформаційних мереж за рахунок відсутності потреби створення фізичного середовища передачі інформації (прокладання інформаційних комунікацій). Але їх показники не підходять для передачі потужних інформаційних потоків. Так, для 7...10 комп'ютерів, об'єднаних у мережу за стандартом HomePNA 1.0, характерні швидкісні показники у 1 Мбіт/с при дальності передачі порядку 100...150 м. Для стандарту HomePlug заявлена максимальна швидкість –

14 Мбіт/с, а реальна середня швидкість передачі даних складає 5...6 Мбіт/с причому швидкість пропорційно зменшується при збільшенні відстані передачі (до 200...300 м). Як видно з характеристик двох розглянутих варіантів інтеграції зв'язку необхідно створювати потужну і всюдисущу інформаційну мережу.

Розглядаючи фізичну поширеність енергетичних та інформаційних мереж, можна помітити, що перша є більш розповсюдженою на всіх заселених континентах. З характеристик існуючих варіантів інтеграції зв'язку видно, що вони не можуть відповідати зростаючим об'ємам інформації, що передається на рівні мережних магістралей. Такі проблеми може вирішити в наш час лише використанням волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ). ВОЛЗ широко застосовується в мережах зв'язку з високою інформаційною ємністю і необхідністю якісної передачі інформації на великі відстані [14–17].

Насамперед ВОЛЗ за рахунок своєї широкосмужності дають можливість передачі великого потоку інформації (кілька тисяч каналів), і при цьому оптичний кабель має малі габаритні розміри і масу (у 10 разів меншу, ніж в електричних кабелів). ВОЛЗ за рахунок малих втрат організують великі відстані трансляційних ділянок (30...70 і 100 км), мають високу захищеність від зовнішніх впливів, перехідних перешкод і надійну техніку безпеки (відсутність іскріння і короткого замикання).

Оптична система передачі інформації значно перевершує систему передачі інформації за допомогою електричних сигналів. Широка смуга пропускання (біля  $10^{14}$  Гц) і мале загасання сигналу (0,2...0,3 Дб/км на довжині хвилі 1,55 мкм) в оптичних системах дозволяють передавати більший обсяг інформації з меншими втратами і помилками, і забезпечують волоконно-оптичним кабелям значні технічні переваги в порівнянні з кабелями, що використовують мідні проводи.

Мале загасання сигналу грає особливо важливу роль для міжміських мереж, тому що дозволяє збільшити довжину регенераційної ділянки до 100 км, а наявність широкої смуги пропускання дозволяє будувати мережі відповідно до сучасних вимог до швидкості передачі даних, що постійно зростають для мереж усіх рівнів.

При використанні одномодового волоконного кабелю можна забезпечити передачу зі швидкістю в декілька Гбіт/с на відстань понад 100 км без регенерації.

Доцільно розглядати в такому випадку ці дві системи як одну – оптико-електронну геоінформаційно-енергетичну систему (ОЕГІЕС), створюючи її шляхом інтегрування середовища інформаційних комунікацій у вже існуючу електроенергетичну мережу. Цього можна досягти шляхом заміни металевого проводу на волоконно-оптичний кабель з металевою оболонкою. Таке інтегроване середовище розповсюдження як інформації так і енергії, призводить до одночасного розповсюдження обох мереж – інформаційної та енергетичної. Таке розповсюдження виконується по адаптивному відкритому оптичному каналу зв'язку.

Під адаптивним відкритим оптичним каналом зв'язку розуміють таку систему передачі і прийому інформації, яка б могла якомога краще адаптуватись до зовнішніх умов, що перешкоджають передачі інформації, і, врахувавши вплив негативних чинників, сама (без втручання людини) налаштуватись на оптимальний режим роботи. Будь-яка адаптивна система є системою автоматичного керування, тобто містить внутрішню ЕОМ, що забезпечує керування процесом налаштування передачі, і відповідно необхідні засоби, що сприяють цьому. Завдяки найвищій енергооснащеності променя, оригінальній технології одержання круглого переріз променів і збалансованості параметрів, зараз серійно випускаються системи на 155 Мбіт із дальністю до 4 км.

Головним недоліком впровадження такої системи є необхідність заміни старих інформаційних та енергетичних комунікацій новими, волоконно-оптичними кабелями з металевою оболонкою. Але, можна впевнено сказати [14, 17], що відносно висока вартість волоконно-оптичного обладнання повною мірою компенсується надійністю та експлуатаційними характеристиками створеної на цій базі інформаційно-енергетичної мережі.

Переваги такої інформаційно-енергетичної мережі очевидні. Вона поєднує переваги відокремлених варіантів мереж: електроенергетичної та інформаційної. Універсальна ОЕГІЕС є доступною та поширеною як електроенергетична мережа та надає можливість передачі великих об'ємів даних на далекі відстані. Така система є повністю автономною від інших в інформаційно-енергетичному аспекті, оскільки

ки може поєднувати в собі всі необхідні центри – електростанції, інформаційні центри, тощо.

Але вона одразу несе в собі специфіку, оскільки для передачі інформаційних потоків використовуються лише оптичні (волоконні) канали, в яких смуга пропускання на багато порядків вище ніж в електронних аналогах, що забезпечує роботу в реальному часі. При чому за своєю структурою і методами реалізації використовуються всі досягнення світового павутиння Internet з максимальним використанням створеної потужної енергетичної мережі, яка вже існує на Україні і в цілому світі, що є достатньою базою для орієнтації на глобальні ОЕГІЕС [18–23].

Це означає, що оптимізація розподілення світових (регіональних) енергетичних ресурсів і їх використання повсякчас контролюється, а також забезпечується оптимальність управління інформаційним супроводом на всіх рівнях через бінарну структуру провідника енергії звичайного металічного складу із оптичною волоконною серцевиною для всіх можливих функцій використання (інтелектуальне керування великими транспортними потоками, віддалене керування промисловими технологічними процесами, створення інформаційної комунальної інфраструктури міста, що могла б реалізовувати швидкий та своєчасний обмін службовою інформацією між його медичною, правоохоронною, дорожньою та іншими комунальними інфраструктурами).

Система реалізує у собі можливість використання її ділянок для інших задач інформаційно-енергетичного обміну, а також високу можливість масштабування і інтеграції з іншими комунальними системами в будь-яких потрібних масштабах, у поєднанні з високою автономністю та доступністю.

Використання такої ОЕГІЕС можливе в: банках та фінансових установах, науково-освітніх закладах, системах керування комунальною інфраструктурою, мережа мобільного зв'язку, службах швидкого реагування тощо [24–27].

Елементи ОЕГІЕС управління інфраструктурою регіону (рис. 1.1) з'єднані між собою за допомогою волоконно-оптичних ліній зв'язку, через металеву оболонку яких електроенергетичні станції з'єднані зі всіма компонентами системи [19, 20]. Таким чином між всіма компонентами системи відбувається одночасна передача інформації та енергії.

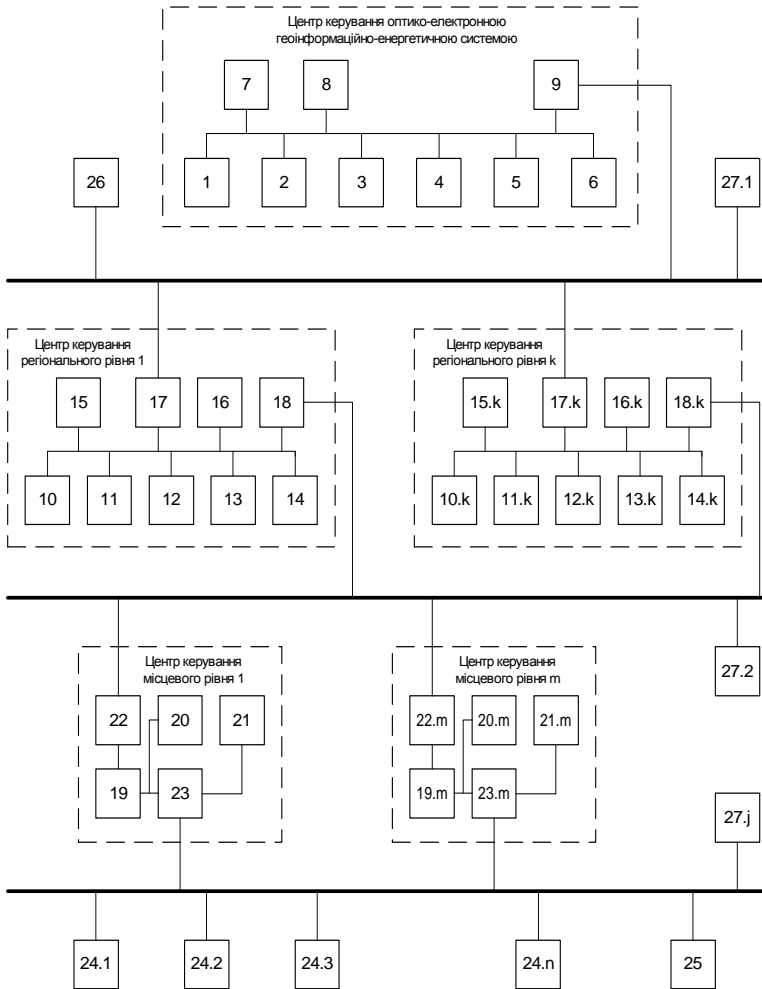


Рис. 1.1. Загальна структура ОЕГІЕС управління інфраструктурою регіону

На рис. 1.1 використані такі позначення: 1 – система керування науково-освітніми закладами; 2 – система керування банками та фінансовими установами; 3 – система керування комунальною інфраструктурою; 4 – система керування мережею мобільного зв'язку; 5 –

система керування службами швидкого реагування; 6 – система керування іншими клієнтами системи; 7 – єдиний банк знань; 8 – система моніторингу, координації та обробки інформації; 9 – блок комутаторів центру керування оптико-електронною системою; 10 – система керування науково-освітніми закладами регіонального рівня; 11 – система керування банками та фін. установами регіонального рівня; 12 – система керування комунальною інфраструктурою регіонального рівня; 13 – система керування мережею мобільного зв'язку регіонального рівня; 14 – система керування службами швидкого реагування регіонального рівня; 15 – система обробки інформації регіонального рівня; 16 – локальні мережі центру керування регіонального рівня; 17, 18 – блоки комутаторів центру керування регіонального рівня; 19 – система обробки інформації центру керування місцевого рівня; 20 – система моніторингу та координації центру керування місцевого рівня; 21 – локальні мережі центру керування місцевого рівня; 22, 23 – блоки комутаторів центру керування місцевого рівня; 24.1, 24.2, ... 24. $n$  – системи обробки інформації локального рівня; 25, 26 – інші інформаційні мережі та клієнти системи; 27.1, 27.2, ... 27. $j$  – енергостанції.

Мережа місцевого рівня складається з  $n$  центрів керування місцевого рівня до яких за допомогою ВОЛЗ через блок комутаторів під'єднані  $N$  систем обробки інформації локального рівня. Центри керування місцевого рівня мають таку структуру: система обробки інформації місцевого рівня з'єднана з системою моніторингу та координації місцевого рівня, до яких через блок комутаторів центру керування місцевого рівня під'єднанні локальні мережі центру керування місцевого рівня. Через блоки комутаторів  $M$  центрів керування місцевого рівня з'єднані з  $K$  центрами керування регіонального рівня.

Системи обробки інформації локального рівня (рис. 1.2) складаються з об'єднаних в мережу сервера обробки інформації, сервера обробки відеоінформації, до яких під'єднанні пристрої введення/виведення відеоінформації та локальні мережі. Через комутатор системи обробки інформації локального рівня за допомогою волоконно-оптичних ліній зв'язку з'єднані з ОЕГПЕС.

Центр керування регіонального рівня складається із з'єднаних між собою системи керування науково-освітніми закладами регіонального рівня, системи керування банками та фінансовими установами регіонального рівня, системи керування комунальною інфраструктурою ре-

гіонального рівня, системи керування мережею мобільного зв'язку регіонального рівня, системи керування службами швидкого реагування регіонального рівня, системи обробки інформації регіонального рівня, локальних мереж центру керування регіонального рівня. Через блок комутаторів центр керування регіонального рівня з'єднаний з центрами керування місцевого рівня та з центром керування ОЕГІЕС.



Рис. 1.2. Система обробки інформації локального рівня.

Системи керування в складі центрів керування місцевого та регіонального рівнів (рис. 1.3) мають аналогічну структуру. Вони містять такі компоненти: сервер обробки інформації та комутатор, з яким через ВОЛЗ з'єднані центри керування нижчих рівнів. До сервера обробки інформації під'єднанні сервер документообігу, сервер обробки відеоінформації, сервер зберігання інформації, комутатор. До серверу обробки відеоінформації під'єднанні пристрої виведення відеоінформації та пристрої введення відеоінформації. Через комутатор та ВОЛЗ системи керування з'єднані з оптоелектронною системою.

Центр керування ОЕГІЕС управління інфраструктурою регіону складається з таких компонентів, об'єднаних в мережу: система керу-

вання науково-освітніми закладами, система керування банками та фінансовими установами, система керування комунальною інфраструктурою, система керування мережею мобільного зв'язку, система керування службами швидкого реагування, система керування іншими клієнтами системи. Системи керування під'єднанні до єдиного банку знань та системи моніторингу, координації та обробки інформації. З 3 центрами керування регіонального рівня центр керування ОЕГПЕС управління інфраструктурою регіону з'єднується через блок комутаторів центру керування оптико-електронною системою за допомогою ВОЛЗ.

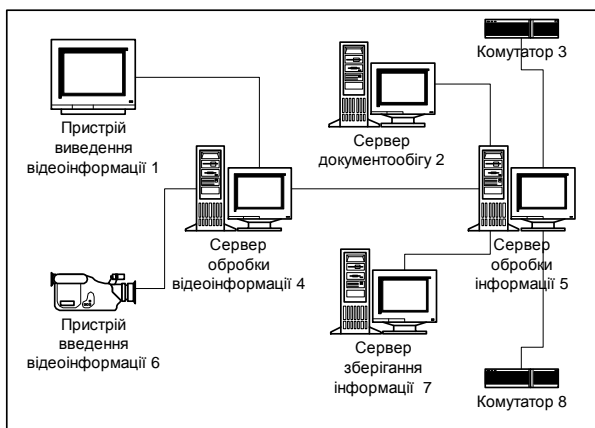


Рис. 1.3. Система керування місцевого та регіонального рівнів

Система керування (у складі центру керування оптико-електронною системою) (рис. 1.4) складається із об'єднаних між собою сервера документообігу, сервера обробки інформації від інших пристроїв, пошукового сервера, інформаційного сервера, сервера зберігання інформації, сервера обробки відеоінформації до якого під'єднанні пристрій виведення відеоінформації та пристрій введення відеоінформації.

Інтеграція ОЕГПЕС управління інфраструктурою регіону в усі сфери діяльності людини та висока її масштабованість дає можливість від'єднувати до системи інші інформаційні мережі та клієнтів, забезпечуючи синхронну передачу інформаційної і енергетичної складових.

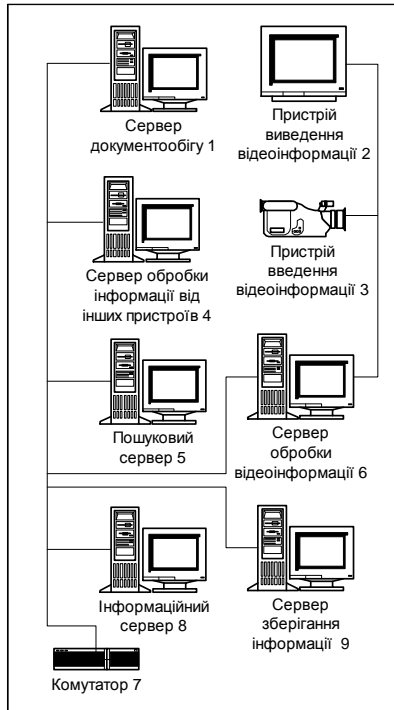


Рис. 1.4. Система керування (у складі центру керування оптико-електронною системою)

Така система може знайти своє місце й у кожному домі, кожній квартирі. Ширина смуги пропускання волоконно-оптичного кабелю робить можливим його застосування в будь-яких задачах, пов'язаних із домашнім обміном інформацією. Завдяки своїй доступності оптико-електронна інформаційно-енергетична мережа підносить інформаційне оточення кожної людини на якісно новий вищий рівень. Окрім можливості виходу до глобальної інформаційної мережі, з'являється можливість впровадження відео-телефонії, віддаленого керування будь-якою домашньою технікою тощо.

Слід зауважити, що інформаційна складова ОЕГІЕС може мати своїм фізичним середовищем розповсюдження інформації не лише волоконно-оптичні лінії зв'язку, але й інші середовища, доступні на сучасному рівні технологічного розвитку людства.

## 1.2. Аналіз методів кодування інформативного сигналу

При розгляді питання кодування цифр необхідним буде введення поняття системи числення. Система числення (СЧ) представляє собою систему правил, які дозволяють встановити однозначну відповідність між будь-яким числом та його поданням у вигляді сукупності певної кількості символів. При цьому множину символів, які використовуються для такого подання називають цифрами [28–33].

Усі СЧ поділяються на позиційні і не позиційні. У позиційних СЧ будь-яке число визначається, як деяка функція від числових значень сукупності цифр. Якщо в якості цієї функції використовувати функцію додавання, то СЧ називається адитивною, якщо функцію множення – СЧ називається мультиплікативною. При цьому цифри в не позиційній СЧ відповідають деяким фіксованим числам.

СЧ називають позиційною, якщо одна цифра може приймати різні числові значення в залежності від номера місця знаходження (розряду) цієї цифри у загальній сукупності цифр числа. В свою чергу позиційні СЧ поділяють на: однорідні, не однорідні та змішані СЧ. В однорідних СЧ у всіх розрядах числа використовуються цифри однієї множини. До таких СЧ відносяться двійкові та десяткові СЧ. У змішаних СЧ множини цифр різні для різних розрядів.

Розглянемо різні види кодувань та їх особливості використання.

*Традиційні методи кодування.* Теоретичні дослідження та досвід розробки десяткових пристроїв показали, що найкращі результати можуть бути отримані при використанні двійково-десяткових кодів (ДДК). Таким кодам притаманні властивості єдності, зваженості, доповняльності, впорядкованості, парності та адитивності.

ДДК називають зваженими, якщо кожному із  $h$  розрядів двійкового представлення  $\alpha_{i0} \alpha_{i1} \dots \alpha_{i(n-1)}$  десяткової цифри  $a_i$  поставлені у відповідність ваги  $\varphi_{i0}, \varphi_{i1}, \dots, \varphi_{i(n-1)}$ , причому

$$a_i = \alpha_{i0} \varphi_0 + \alpha_{i1} \varphi_1 + \dots + \alpha_{i(n-1)} \varphi_{n-1} = \sum_{j=0}^{n-1} \alpha_{ij} \varphi_j. \quad (1.1)$$

Зважені ДДК зручні для оцінки значень та спрощують переведення із однієї системи числення в іншу. Як приклад найбільш розповсю-

джених у цифровій схемотехніці ДДК можна виділити такі, як код «з надлишком 3», «доповняльний до 9», «код Айкена», «код 3321» та інші.

В загальному випадку, одиничним називається кодування, при якому стан елемента пам'яті визначається місцезнаходженням певного коду, причому сусідні місцезнаходження цього коду представлені числами, які відрізняються на одиницю.

Кодування цифр визначає спосіб взаємно-однозначної відповідності між можливими значеннями цифр і станом фізичних систем (звичай елементів пам'яті), які використовують для відображення цифр представлених чисел.

У випадку представлення числа  $A$  в системі числення з основою  $r$ , де будь-яка цифра  $a_i$  приймає значення  $0, 1, 2, \dots, r - 1$ , кодування цифр зводиться до однозначного визначення відповідності

$$a_i = F [f(a_j)], \quad (1.2)$$

де  $F, f$  – функції кодування, які визначають відповідно правила кодування  $r$  значень  $a_i$  станами окремого елемента пам'яті і необхідної сукупності цих елементів.

Кількість  $n$  елементів пам'яті з  $m$  станами, необхідне для відображення цифри  $a_i$ , яка має  $r$  значень, які визначаються з виразів

$$n_{\max} = r, \quad (1.3)$$

$$n_{\min} = [\log_m r], \quad (1.4)$$

де  $n_{\min}$  – ціле число, причому  $\log_m r \leq n_{\min} \leq (\log_m r) + 1$ .

Використання елементів пам'яті з двома стійкими станами обумовлює оптимальне кодування цифр в двійковому алфавіті. Елементарно виконує кодування в двійковому алфавіті системи числення з основою  $r = 2^l$ , де  $l = 2, 3, \dots$ . Ці системи можна розглядати, як похідні двійкової системи числення, включаючи відповідно по 2, 3 і т. д. двійкових розрядів. Складності створюються при кодування в системах числення з іншими основами, наприклад при  $r=10$ . В цьому випадку  $n_{\min}=4$ , а  $n_{\max}=10$ . Якщо для кодування цифр використовується  $n$  двійкових елементів, то всього для системи числення з основою  $r$  кількість мож-

ливих способів кодування цифр  $2^n!/(2^n - r)!$  [32], кожна з яких характеризується матрицею виду  $[r, n]$

$$\begin{pmatrix} \alpha_{0,0} & \dots & \alpha_{0,j} & \dots & \alpha_{0,n-1} \\ \alpha_{r-1,0} & \dots & \alpha_{r-1,j} & \dots & \alpha_{r-1,n-1} \end{pmatrix}, \quad (1.5)$$

де  $\alpha_{ij} \in \{0, 1\}$ .

Ця матриця створена шляхом зіставлення кожного можливого значенню цифри  $a_i \in \{0, 1, \dots, r - 1\}$  з різними наборами  $q(\alpha)$  двійкових кодів фіксованої довжини. При використанні для відображення десяткових цифр максимальної кількості двійкових елементів пам'яті  $n_{\max}=10$  матриця (1.5) має вигляд

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad (1.6)$$

де рядки представляють відповідні коди десяткових цифр  $a_i \in \{0, \dots, 9\}$ , а стовпці відповідають розрядам  $j = 0, \dots, 9$  кожного коду відповідної цифри.

Отримана матриця (1.6) представляє собою один із різновидів одиничного кодування десяткових цифр. Наведеному способу кодування притаманна властивість компліментарності, оскільки доповняльний до дев'яти код можна отримати, якщо проінвертувати усі розряди прямого коду і розряди доповняльного коду нумерувати в зворотному порядку по відношенню до розрядів прямого коду. Приведеному комплементарному коду притаманні властивості лінійності, оскільки для нього виконується умова

$$a_i < a_{i+1} \Rightarrow \Psi(a_i) < \Psi(a_{i+1}). \quad (1.7)$$

Шановний читачу!

Умови придбання надрукованих примірників монографії наведені на сайті видавництва <http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-409-3>

Уважаемый читатель!

Условия приобретения печатных экземпляров монографии приведены на сайте издательства <http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-409-3>

Dear reader!

You may order this monograph at the Web page <http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-409-3>

*Наукове видання*

**Кожем'яко Володимир Прокопович  
Волонтир Людмила Олексіївна  
Дорошенко Геннадій Дмитрович**

**ОБРОБКА, ПЕРЕДАЧА І ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В  
УПРАВЛІНСЬКИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
СИСТЕМАХ НА БАЗІ ЛОГІКО-ЧАСОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ**

Монографія

Редактор С. Малішевська

Оригінал-макет підготовлено Л. Волонтир

Підписано до друку 20.04.2011 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 10,63  
Наклад 100 прим. Зам № 2011-091

Вінницький національний технічний університет,  
КІВЦ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному  
технічному університеті,  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-81-59  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.