

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний економічний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

КОРОСТІЛЬ Денис Володимирович

**АЛГОРИТМИ ТА СПЕЦПРОЦЕСОРИ ВИЗНАЧЕННЯ
ЕНТРОПІЇ НА ОСНОВІ РІЗНИХ АНАЛІТИЧНИХ
ВИРАЗІВ / ALGORITHMS AND SPECIAL
PROCESSORS OF DEFINITION OF ENTROPY BASED
ON DIFFERENT ANALYTICAL EXPRESSIONS**

спеціальність: 8.05010203 – Спеціалізовані комп'ютерні системи
магістерська програма – Спеціалізовані комп'ютерні системи

Дипломна робота за освітньо-кваліфікаційним рівнем "магістр"

Виконав студент групи СКСм-21
Д.В.Коростіль

Науковий керівник:
к.т.н., доцент Н.Я. Возна

Дипломну роботу допущено до захисту:
"___" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри
_____ Я.М. Николайчук

Тернопіль 2017

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 85 сторінках та містить 36 рисунки, 12 таблиць, 38 джерел за переліком посилань.

Мета роботи. Мета роботи полягає у вирішенні актуальної задачі розвитку алгоритмів ентропійного опрацювання даних.

Методи дослідження. Ґрунтуються на використанні теорії інформації, прикладної теорії цифрових автоматів, теорії алгоритмів, теорії цифрового опрацювання сигналів.

Результатами роботи є розробка алгоритму опрацювання ентропійно-маніпульованих даних, який дає змогу підвищити рівень виявлення та виправлення помилок на низових рівнях розподілених комп'ютерних систем.

Рекомендації по використанню результатів роботи. Результати роботи можуть бути використані при розробці нових та вдосконаленні відомих способів і програмно-апаратних засобів на основі ентропійного підходу.

Можливі напрямки розвитку полягають у розробці висоентропійних методів кодової маніпуляції сигналів.

Ключові слова: інформація, сигнал, дані, інформаційна ентропія.

ABSTRACT

Work is executed on 85 pages and including 36 illustrations, 12 tables, 38 source after the list of references.

Purpose of work. Purpose is to solve actual task of data processing algorithms entropic.

Research methods. Methods based on the use of information theory, applied theory of digital avtomativ , theory of algorithms , theory of digital signal processing.

Job performances. The result is to develop a processing algorithm entropy - manipulated data, which allows to increase the level of error detection and correction grassroots distributed computer systems.

Recommendations after the use of job performances. The results can be used in the development of new and improved known methods and software and hardware based on entropy approach.

Possible development directions Possible directions of the preparation of vysoentropiynyh manipulation methods coded signals.

Keywords: information, signals, data , information entropy.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 10 |
| 1. АНАЛІЗ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ ПОНЯТТЯ "ІНФОРМАЦІЯ"..... | 10 |
| 1.1 Визначення терміну "інформація"..... | 10 |
| 1.2 Властивості та види інформації..... | 16 |
| 1.3 Наукові проблеми інформації..... | 23 |
| 1.4 Взаємозв'язок понять: інформація, повідомлення, дані, ентропія..... | |
| 1.5 Невизначеність, кількість інформації, ентропія..... | |
| 2. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ЕНТРОПІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛІВ..... | 29 |
| 2.1 Сигнальні моделі та оцінка їх ентропії..... | 29 |
| 2.2 Аналіз методів та теоретичних основ оцінки ентропійних характеристик джерел інформації..... | 34 |
| 2.3 Теоретичні засади визначення ентропії..... | 35 |
| 2.4 Кореляційні моделі джерел інформації..... | 39 |
| 2.5 Взаємкореляційні моделі..... | 45 |
| 3 СТРУКТУРА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ОБЧИСЛЕННЯ ЕНТРОПІЇ СИГНАЛІВ..... | 51 |
| 3.1 Характеристики різних оцінок інформаційної міри ентропії..... | 51 |
| 3.2 Ентропійні характеристики відомих методів маніпуляції сигналів..... | 60 |
| 3.3 Структура та реалізація алгоритму формування та цифрового опрацювання даних на основі кодовано-маніпульованих сигналів | |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 71 |
| 4.1 Вплив світла на життєдіяльність людини..... | 71 |

| | |
|--|----|
| 4.1.1 Природне освітлення..... | 71 |
| 4.1.2 Штучне освітлення..... | 72 |
| 4.2 Розрахунок виробничого освітлення..... | 79 |
| ВИСНОВКИ..... | 84 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 85 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

- АС - автоматизована система;
- ДІ – джерело інформації;
- ІС - інформаційна система;
- КМ - комп'ютерна мережа;
- КС – комп'ютерна система;
- КФ – кореляційна функція;
- ОУ – об'єкт управління;
- ПЗ - програмне забезпечення;
- РКС – розподілена комп'ютерна система;
- ТЧБ – теоретико-числовий базис;
- ШПС - шумоподібний сигнал.

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах інтенсивного розвитку та масового впровадження інформаційних комп'ютеризованих систем усіх об'єктів взаємодії сучасного суспільства поставлені важливі завдання покращення системно-технічних та зниження вартісних характеристик комп'ютерних засобів формування, перетворення, передавання, зберігання та використання інформаційних даних.

Світовий досвід розробки та впровадження РКС свідчить про найбільш проблематичні питання вдосконалення організації руху даних на їх низових рівнях. При цьому умови необхідної доцільності та ефективності програмно-апаратних засобів формування та опрацювання інформаційних даних на вказаних рівнях безпосередньо пов'язані з проблемною орієнтацією та спеціалізацією комп'ютеризованих систем.

Ентропійний підхід, його теоретичні засади і можливості недостатньо повно відображені в науковій літературі. Тому це питання потребує поглибленого теоретичного та інструментального вивчення з метою виявлення найбільш ефективних методів покращення характеристик.

Таким чином, актуальним постає розвиток методів підвищення ефективності формування, передавання, цифрового опрацювання даних на основі ентропійного підходу.

Метою дослідження є: вирішення актуальної задачі розвитку алгоритмів ентропійного опрацювання даних.

Основні завдання дослідження. Для досягнення мети в ході досліджень вирішувалися наступні завдання:

- дослідження поняття "інформації" та встановлення взаємозв'язку між інформацією, повідомленням, даними та ентропією;
- дослідження функціональних можливостей існуючих оцінок ентропії;

- обґрунтування вибору інформаційної міри ентропії для вирішення задач створення засобів формування та цифрового опрацювання даних;
- розробка алгоритму формування та цифрового опрацювання кодовано-маніпульованих сигналів.

Об'єкт дослідження: процеси цифрового формування та опрацювання даних з використанням ентропійного підходу.

Предмет дослідження: методи формування та опрацювання ентропійно-маніпульованих сигналів.

Методи дослідження: теорія інформації, прикладна теорія цифрових автоматів, теорія алгоритмів, теорія цифрового опрацювання сигналів.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено алгоритм опрацювання ентропійно-маніпульованих даних, який дає змогу підвищити рівень виявлення та виправлення помилок на низових рівнях розподілених комп'ютерних систем.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено алгоритм формування та цифрового опрацювання даних на основі кодовано-маніпульованих сигналів, який характеризується розширеними функціональними можливостями і дозволяє підвищити ефективність передавання пакетів даних.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ ПОНЯТТЯ "ІНФОРМАЦІЯ"

1.1 Визначення терміну "інформація"

Сучасне трактування поняття інформації змінюється за мірою вивчення форм прояву та усвідомлення ролі інформації в процесах пізнання і керування.

У поняття інформації, що використовується ще з часів Марка Цицерона, люди вкладали цілком певний зміст, визначаючи цим словом повідомлення про будь-що або про стан чого-небудь. У такому контексті поняття інформації нерідко використовується і дотепер. Відповідно до цього трактування під інформацією розуміють, як правило, будь-які відомості, одержувані людиною.

За мірою поглиблення наукових досліджень до природи інформаційних процесів, що протікають у технічних, біологічних і соціальних системах, з'являлися усе нові трактування поняття інформації. При цьому виникла низка принципових питань, що потребують відповіді. Чи є інформація результатом розумової діяльності людини або вона може бути присутньою і в неживій природі? Як співвідносяться поняття матерії та інформації, інформації й свідомості? Ці питання в даний час є предметом поживлених дискусій вчених різних фахів.

Інформація – одне з фундаментальних понять науки, таких як матерія та енергія. Слово "інформація" походить від латинського слова *informare* – зображувати, роз'ясняти, викладати що-небудь, складати поняття про будь-що. Інформації "взагалі" не існує. Її існування пов'язують із споживачем, у тому числі потенційним.

Інформація надходить по телефону, її переносять телеграф, радіо, телебачення. Вона записується на магнітних стрічках і фоточуттєвому папері, передається людською мовою, поширюється у вигляді газет, журналів, книг.

Інформація зберігається у бібліотеках, архівах, базах даних, її повідомляють нам вимірювальні прилади.

Через значне розмаїття визначень терміну "інформація" найбільш загальним і прийнятним є таке: інформація – це характеристика взаємодії повідомлення зі споживачем. Усе, що ми спостерігаємо, чуємо, сприймаємо дотиком, відчуваємо, є не що інше, як прийом, обробка, накопичення та видача інформації. Справедливо відзначив академік В.М.Глушков, що "... по суті немає жодної ділянки людської діяльності, де б ми не мали справу з перетворенням інформації" [1].

За рівнем цінності інформації для учасників інформаційної взаємодії, ступенем потреби в ній інформацію розділяють на три головні види: особисту, масову і спеціальну.

У широкому змісті інформація – це відомості, знання, повідомлення, що є об'єктом збереження, передачі, перетворення і які допомагають вирішити поставлене завдання. Інформація – це нові відомості, що можуть бути використані людиною для вдосконалення її діяльності й поповнення знань.

Іншими словами, інформація — це нові знання, які отримує споживач у результаті сприйняття і переробки певних відомостей.

У залежності від галузі використання термін "інформація" одержав безліч визначень, зокрема:

- це відображення заміни дискретного значення енергетичного процесу в контурі керування пристрою керування іншим дискретним значенням, зокрема — тим самим (В.П. Камша) [2].
- розпізнаний кібернетичною системою образ, який зменшує кількість варіантів вибору нею чергової команди;
- відомості або повідомлення про щось (побутове);
- роз'яснення, виклад;
- оригінальність, новизна;
- комунікація та зв'язок, в процесі якого усувається невизначеність (інформаційна ентропія) (американський вчений Клод Шеннон) [3];

- міра неоднорідності розподілу матерії та енергії у просторі та у часі, міра змін, якими супроводжуються всі процеси, що протікають у світі (український вчений Віктор Михайлович Глушков) [1];
- позначення змісту, отриманого з зовнішнього світу в процесі нашого пристосування до нього і пристосування до нього наших почуттів (американський вчений Норберт Вінер) [4];
- заперечення ентропії, міра хаосу в системі (термодинаміка, французький вчений Леон Бріллюен) [5];
- передача різноманітності (англійській філософ Вільям Росс Ешбі) [6];
- міра складності структур (французький вчений Абраам Моль) [7];
- ймовірність вибору (радянські вчені Аківа та Ісаак Яглом) [8];
- властивості матеріальних об'єктів породжувати та зберігати певний стан, який в різних матеріально-енергетичних формах може передаватись між об'єктами;
- фундаментальний генералізаційно-єдиний безпочатково-нескінченний законопроцес автоосциляційного, резонансно-сотового, частотно-квантового та хвильового відношення, взаємодії, взаємоперетворення та взаємозбереження (у просторі та часі) енергії, руху, маси та антимаси на основі матеріалізації та дематеріалізації в мікро- та макроструктурах Всесвіту;
- результат інтелектуальної (аналітико-синтетичної чи евристичної) діяльності певної людини щодо подання відомостей, повідомлень, сигналів, кодів, образів тощо;
- універсальна субстанція, що пронизує усі сфери людської діяльності, слугує провідником знань та думок, інструментом спілкування, взаєморозуміння та співробітництва, утвердження стереотипів мислення та поведінки (ЮНЕСКО);
- документовані або публічно оголошені відомості про події та явища, що відбуваються у суспільстві, державі та навколишньому природному середовищі (Закон України «Про інформацію»).[9]

Інформація по відношенню до довкілля (чи до середовища, що використовує її) буває трьох типів: вхідна, вихідна і внутрішня.

Вхідна інформація (по відношенню до довкілля) - інформація, яку система сприймає від довкілля.

Вихідна інформація (по відношенню до довкілля) - інформація, яку система видає в довкілля.

Внутрішня, внутрісистемна інформація (по відношенню до системи) - інформація, яка зберігається, переробляється, використовується тільки усередині системи тобто що актуалізується тільки підсистемами системи. Це дещо поняття, що ідеалізується (особливо з точки зору фізики відкритих систем)

Інформація по відношенню до кінцевого результату проблеми буває:

- початкова (на початок актуалізації цієї інформації);
- проміжна (від початку до завершення актуалізації інформації);
- результуюча (після завершення її актуалізації).

Інформація по мінливості при її актуалізації буває:

- постійна (не змінювана ніколи при її актуалізації);
- змінна (змінювана при актуалізації);
- змішана - умовно-постійна (чи умовно-змінна).

Можлива також класифікація інформації і за іншими ознаками:

- по стадії використання (первинна, вторинна);
- по повноті (надлишкова, достатня, недостатня);
- по відношенню до мети системи (синтаксична, семантична, прагматична);
- по відношенню до елементів системи (статична, динамічна);
- по відношенню до структури системи (структурна, відносна);
- по відношенню до управління системою (що управляє, радить, перетворює);
- по відношенню до території, територіально (федеральна, регіональна, місцева, така, що відноситься до юридичної особи, відноситься до фізичної особи);

- по доступу (відкрита або загальнодоступна, закрита або конфіденційна);
- по предметній області, по характеру використання (статистична, комерційна, нормативна, довідкова, наукова, учбова, методична) і інші.

Усе це, разом з людиною, складає ноосферу суспільства - вищий стан біосфери, що виник в результаті еволюції, структуризації, впорядкування і гармонізації зв'язків в природі і суспільстві. Це поняття введене уперше В.І. Вернадським як віддзеркалення еволюції суспільства і природи, тобто системи, у рамках якої потенційно може бути реалізований гармонійний, стійкий розвиток (еволюція) систем "Суспільство" і "Природа", а також поступове злиття, інтеграція і гармонізація наук про природу, пізнанні і про суспільство. Без цього неможлива побудова інформаційного суспільства [10].

Основні властивості інформації (і повідомлень) :

- повнота (зміст усього необхідного для розуміння інформації);
- необхідність і значущість (відомостей, знань);
- ясність (виразність повідомлень);
- адекватність, точність, коректність;
- достовірність (відображується повідомленнями інформації);
- інформативність, значущість (повідомлень, що відображують інформацію);
- масовість (застосовуваність до усіх проявів);
- кодування і економічність;
- стислість і компактність (повідомлень);
- захищеність і завадостійкість (актуалізації інформації);
- доступність;
- цінність (значущість при достатньому рівні споживача).

Інформація може виявитися і шкідливою, негативно впливати на свідомість.

Інформація не існує без інших типів ресурсів - енергії, речовини, організації, як і вони не можуть існувати без інформації. Будь-які взаємодії систем (підсистем) - взаємодії завжди матеріально-енергоінформаційні. Виявлення (структуризація, впорядкування, встановлення стосунків),

формалізація (опис формальними засобами, мовами), вивчення (розробка моделей, методів, алгоритмів), застосування (розробка і актуалізація технологій) цих взаємодій і складає основне завдання інформатики як науки.

1.2 Властивості та види інформації

Найважливішими, з практичної точки зору, властивостями інформації є цінність, достовірність та актуальність.

Цінність інформації — визначається корисністю та здатністю її забезпечити суб'єкта необхідними умовами для досягнення ним поставленої мети.

Достовірність — здатність інформації об'єктивно відображати процеси та явища, що відбуваються в навколишньому світу. Як правило достовірною вважається насамперед інформація яка несе у собі безпомилкові та істинні дані. Під безпомилковістю слід розуміти дані які не мають, прихованих або випадкових помилок. Випадкові помилки в даних обумовлені, як правило, неумисними спотвореннями змісту людиною чи збоями технічних засобів при переробці даних в інформаційній системі. Тоді як під істинними слід розуміти дані зміст яких неможливо оскаржити або заперечити.

Актуальність — здатність інформації відповідати вимогам сьогодення.

Інформацію можна поділити на види за кількома ознаками:

За способом сприйняття. Для людини інформація поділяється на види залежно від типу рецепторів, що сприймають її.

Візуальна — сприймається органами зору. Ми бачимо все довкола.
Аудіальна - сприймається органами слуху. Ми чуємо звуки довкола нас.
Тактильна - сприймається тактильними рецепторами. Нюхова - сприймається нюховими рецепторами. Ми відчуваємо аромати довкола. Смакова - сприймається смаковими рецепторами. Ми відчуваємо смак.

За формою подання. За формою подання інформація поділяється на наступні види. Текстова - що передається у вигляді символів, призначених

позначати лексеми мови. Числова - у вигляді цифр і знаків, що позначають математичні дії. Графічна - у вигляді зображень, подій, предметів, графіків. Звукова - усна або у вигляді запису передачі лексем мови аудіальним шляхом.

За призначенням. Масова - містить тривіальні відомості і оперує набором понять, зрозумілим більшій частині соціуму. Спеціальна - містить специфічний набір понять, при використанні відбувається передача відомостей, які можуть бути не зрозумілі основній масі соціуму, але необхідні і зрозумілі в рамках вузької соціальної групи, де використовується дана інформація. Особиста - набір відомостей про яку-небудь особистість, що визначає соціальний стан і типи соціальних взаємодій всередині популяції.

Поширення інформації - це доведення її до відома хоча б одній особі у будь-який спосіб.

Під поширенням інформації розуміють:

- опублікування її у пресі, передання по радіо, телебаченню чи з використанням інших засобів масової інформації;
- поширення в мережі Інтернет чи з використанням інших засобів телекомунікаційного зв'язку;
- викладення в характеристиках, заявах, листах, адресованих іншим особам;
- повідомлення в публічних виступах, в електронних мережах, а також в іншій формі хоча б одній особі;
- вивішування (демонстрація) в громадських місцях плакатів, гасел, інших творів;
- розповсюдження серед людей листівок.

Поширення інформації може відбуватися у двох формах - фактичного твердження чи оціночного судження. Оціночними судженнями, за винятком наклепу, є висловлювання, які не містять фактичних даних, критика, оцінка дій, а також висловлювання, що не можуть бути витлумачені як такі, що

містять фактичні дані, зокрема з огляду на характер використання мовно-стилістичних засобів (вживання гіпербол, алегорій, сатири).

1.3 Наукові проблеми інформації

Важко переоцінити ту роль, яку відіграє у розвитку сучасного суспільства інформація. Можна без перебільшення сказати, що сучасне суспільство є суспільством інформації, її ерою. Ця ера настала з ХХ століття. Інформація дозволяє людству активно працювати з природою, допомагає провести інтеграцію людських зусиль. Причому не тільки у певних галузях, а в усій людській діяльності в цілому. Зараз інформація стала основним ресурсом людства, базою соціального і технічного розвитку.

У наш час проблеми інформації одні з найпопулярніших у науці. Зі створенням теорії інформації посилення на неї часто трапляються в працях учених найрізноманітніших спеціальностей.

Проблеми інформації досліджують інженери, історики, біологи, соціологи, журналісти та представники багатьох інших галузей науки.

ЕОМ, безперечно, значно швидше обробляє інформацію, ніж людина, але це стосується тільки замкнутої системи. Із зовнішнім світом людина працює набагато ефективніше.

У вузькому значенні теорія інформації - це математична теорія передачі повідомлень у системах зв'язку. Виникла вона внаслідок досліджень американського вченого К.Шеннона [3]. Основні її постулати такі. Коди повідомлень надходять з джерела інформації через канал зв'язку до приймача інформації. Ці повідомлення змінюють систему знань приймача, зменшують рівень його розмаїття, невизначеності, який вимірюється ентропією. Ентропія системи повідомлень визначається їх вірогідностями як середнє значення логарифмів величин, які є зворотними до цих вірогідностей. Виміряти середню кількість інформації можна по зменшенню ентропії приймача у результаті зміни його уявлень. До речі, звідси й приходиться одиниця виміру

інформації. Вона визначається кількістю інформації про те, яка з двох однаково вірогідних подій реалізувалася і називається "біт" (початок і кінець англійського словосполучення binary digit (бінарний розряд). Теорія інформації знайшла розвиток у кібернетиці. Саме за допомогою теорії інформації вдалося науково довести загальновідомий принцип кібернетики про те, що розмаїття системи управління має бути не нижче розмаїття об'єкта, який керується цією системою.

Багато корисного дали суперечки щодо природи інформації. Одним із результатів було виникнення ідеї щодо двох якісно різних видів інформації - докібернетичного і кібернетичного. Підставою для цієї теорії служить твердження про різницю інформативної природи живої та неживої матерії.

Д.І.Дубровський [11] трактує відмінність між сигналом та інформацією: ця різниця лежить в основі виділення двох процесів - того, що відбувається на допсихічному рівні та рівні людської психіки. На рівні кібернетичної системи, яка ще не досягла висот психічного розвитку, сигнал та інформація злиті воєдино і використовуються разом. Що ж до системи, яка має здатність до психічного управління, "то на рівні психічного управління відбувається ніби роздвоєння єдиного, виділення інформації з сигналу, яке здійснюється у суб'єктивній формі (що рівнозначно виникненню суб'єктивної форми відбиття)".

Загалом, коли йдеться про інформацію в докібернетичних системах, деякі автори висловлюють думку про те, що К. Шеннон, який запозичив термін "інформація" з праць Хартлі 1928 року, вживав його "переважно в обмеженому (технічному) значенні... Усупереч своїй термінології Шеннон займався тим, що можна назвати кількістю переданих повідомлень, а не кількістю повідомленої інформації". К.Черрі [12] висловився ще більш категорично: "В деякому розумінні шкода, що математичні поняття, які йдуть від Хартлі, взагалі були названі "інформацією". Щодо того, як називати це явище у кібернетичних, тобто і в соціальних системах, то тут суперечок немає. Дискусії точаться тільки навколо змісту поняття "інформація". Н.

Вінер [4] вважав, що "інформація — це позначення змісту, який надходить з зовнішнього світу в процесі нашого пристосування до нього і пристосування до нього наших почуттів".

Пануючі у закордонних учених точки зору на інформацію добре систематизував Ф.Махлуп [13]:

1) інформація — процес передачі знань, сигналу чи повідомлення;

2) інформацією є поточні дані про перемінні величини в деякій галузі діяльності, систематизовані відомості щодо основних причинних зв'язків, котрі містяться у знанні як понятті більш загального класу, по відношенню до якого інформація є підлеглою;

3) інформація є знання, які передані кимось іншим чи набуті шляхом власного дослідження чи вивчення;

4) інформація є знання про якусь особу подію, випадок чи щось подібне.

В.З.Коган [14] виділив з усіх визначень спільні моменти. Це чотири компоненти: 1) процес пізнання чогось, про що передається інформація; 2) того, хто передає інформацію; 3) того, хто сприймає інформацію; 4) самої інформації.

На наш погляд, інформація - це знання, яке передається від джерела до приймача інформації. Актуальною проблемою є вивчення взаємодії та взаємовпливу між інформацією та тим, що її викликає.

Слід зазначити, що, згідно з К.Шенноном, кількість інформації, яку отримуєш, тим більша, чим менший запас інформації з цього приводу ти вже маєш. Це, звичайно, не означає, що якщо в повідомленні немає нової для споживача інформації, то це для нього не є інформацією. Інформаційний характер повідомлення зберігається, бо його мета була повідомити інформацію. Треба сказати, що семантична модель прийому інформації значно відрізняється від статичної моделі К.Шеннона. На це звернув увагу Ю.А.Шрейдер [15], який вивчав проблеми машинного перекладу. Він підкреслив, що формальна модель, яка дозволяє описувати процес

семантичного аналізу текстів, має містити опис уявлення деякого спостерігача про зовнішній світ.

Таким чином, статична модель інформації полягає в тому, що "чим менше знаєш до отримання інформації, тим більше дізнаєшся після нього", а семантична відповідає такій формулі: "щоб знати, треба прийняти і зрозуміти, щоб зрозуміти, треба знати". Як бачимо, перша модель більше відповідає стану технічних систем, друга - стану людини.

Узагалі, у людському суспільстві інформація відіграє все важливішу роль. Деякі вчені вважають, що інформація за своїм обсягом і важливістю є продуктом, який можна порівняти з усіма іншими продуктами нашої цивілізації. Від її запасів та впорядкованості залежить спосіб розв'язання тієї чи іншої проблеми. Тобто вона первинний продукт, який треба переробити для отримання інших продуктів. Вони пропонують уважати переробку інформації першим промисловим циклом. Причому виробництво інформації стосується всього суспільства. Будь-яке відкриття є "безпосереднім результатом загальної праці і разом з тим передумова загальної праці". Справа в тому, що виробництво інформації весь час збільшується. Але постає проблема споживання інформації. Людина не може охопити і маленької частки того потоку, який проходить за різними інформаційними каналами кожного дня. Цю проблему можна вирішити тільки шляхом упорядкування інформації, її сортування і спеціалізації.

1.4 Взаємозв'язок понять: інформація, повідомлення, дані, ентропія

Предметом вивчення науки інформатика є саме дані: методи їх створення, зберігання, обробки і передачі [16]. А сама інформація, зафіксована в даних, її змістовний сенс цікаві користувачам інформаційних систем, що є фахівцями різних наук і галузей діяльності: медика цікавить медична інформація, геолога - геологічна, підприємця - комерційна і т. п. (в

тому числі фахівця з інформатики цікавить інформація з питань роботи з даними).

В математиці теорія інформації (математична теорія зв'язку) - розділ прикладної математики, який визначає поняття інформації, її властивості та встановлює граничні співвідношення для систем передачі даних. Основні розділи теорії інформації - кодування джерела і завадостійке кодування.

Предметом досліджень математики є абстрактні об'єкти: число, функція, вектор, безліч, та інші. При цьому більшість з них вводиться без усякого зв'язку з іншими поняттями і без будь-якого визначення.

Інформація не входить в число предметів дослідження математики. Тим не менш, слово "інформація" вживається в математичних термінах - власна інформація і взаємна інформація, що відносяться до абстрактної (математичної) частини теорії інформації. Однак, в математичній теорії поняття «інформація» пов'язане з виключно абстрактними об'єктами - випадковими величинами, в той час як у сучасній теорії інформації це поняття розглядається значно ширше - як властивість матеріальних об'єктів.

Зв'язок між цими двома однаковими термінами безсумнівна. Саме математичний апарат випадкових чисел використовував автор теорії інформації Клод Шеннон [3]. Сам він має на увазі під терміном "інформація" щось фундаментальне. У теорії Шеннона інтуїтивно покладається, що інформація має зміст. Інформація зменшує загальну невизначеність і інформаційну ентропію. Кількість інформації доступно вимірюванню. Однак він застерігає дослідників від механічного перенесення понять з його теорії в інші галузі науки.

"Пошук шляхів застосування теорії інформації в інших галузях науки не зводиться до тривіального переносу термінів з однієї галузі науки в іншу. Цей пошук здійснюється в тривалому процесі висунення нових гіпотез та їх експериментальної перевірки". К. Шеннон.

Основоположник кібернетики Норберт Вінер [4] говорив про інформацію так: "Інформація - це не матерія і не енергія, інформація - це

інформація". Але основне визначення інформації, яке він дав у кількох своїх книгах, наступне: інформація - це позначення змісту, отримане нами із зовнішнього світу в процесі пристосування до нього нас і наших почуттів. Ця думка Вінера дає пряму вказівку на об'єктивність інформації, тобто її існування в природі незалежно від свідомості (сприйняття) людини [17, 18].

З наведеного уявлення логічно і просто витікає вибір одиниці вимірювання кількості інформації. Уявімо собі систему, яка може знаходитися всього в двох рівноймовірних станах. Привласнимо одному з них код «1», а іншому - «0». Це мінімальна кількість інформації, яке може містити система. Воно і є одиницею виміру інформації і називається біт (від англійського bit - binary digit-двійкова цифра).

В залежності від матеріальної форми носія, інформація буває двох основних видів - аналогова й дискретна. Аналогова інформація змінюється в часі безперервно, і приймає значення з континууму значень. Дискретна інформація змінюється в деякі моменти часу і приймає значення з деякої множини значень.

Будь-який матеріальний об'єкт або процес є первинним джерелом інформації. Всі можливі його стани складають код джерела інформації. Миттєве значення станів представляється як символ цього коду.

Перенесення інформацією джерела на структуру носія називається кодуванням. При цьому відбувається перетворення коду джерела в код носія. Носій з перенесеним на нього кодом джерела у вигляді коду носія називається сигналом.

Приймач сигналу має свій набір можливих станів, який називається кодом приймача. Сигнал, взаємодіючи з об'єктом-приймачем, змінює його стану. Процес перетворення коду сигналу в код приймача називається декодуванням.

Передачу інформації від джерела до приймача можна розглядати як інформаційну взаємодію. Інформаційна взаємодія кардинально відрізняється від інших взаємодій. При всіх інших взаємодіях матеріальних об'єктів

відбувається обмін речовиною та (або) енергією. При цьому один з об'єктів втрачає речовину або енергію, а інший отримує їх. Це властивість взаємодій називається симетричністю. При інформаційній взаємодії приймач отримує інформацію, а джерело не втрачає її. Інформаційна взаємодія несиметрична.

Зміст терміну "інформація" залежить від позиції, із якою дається його визначення, і від області його застосування (рис. 1).



Рисунок 1.1 - Зміст терміну "Інформація"

Інформація є відбиттям матеріальної сутності та служить способом опису взаємодії між джерелом інформації та одержувачем. Це легко перевірити, оскільки те саме повідомлення одному одержувачу може дати багато інформації, а іншому – мало або нічого. Одним словом, "інформувати" у розумінні теорії інформації означає повідомляти щось раніше невідоме.

Оскільки інформацію можна зберігати, перетворювати і передавати, мають бути носій інформації, передавач, канал зв'язку та приймач. Це середовище об'єднує джерело інформації та одержувача до інформаційної системи. Активними учасниками цієї системи не обов'язково мають бути тільки люди: обмін інформацією має відбуватися у тваринному і рослинному світі. Коли йдеться про людину як учасника інформаційного процесу,

мається на увазі значима або семантична інформація, тобто та, що виражається людиною.

Будемо розрізняти поняття "інформація" і "повідомлення". Під повідомленням розуміють звичайно інформацію, виражену у визначеній формі та таку, що підлягає передачі. Повідомлення – це форма подання інформації. Прикладами повідомлень є текст телеграми, промова оратора, показання вимірювального приладу, команди керування, зображення на екрані телевізора та ін.

У житті ми часто вживаємо слово "дані" як синонім інформації, проте між ними є суттєве розходження. Дані – це величини, їх відношення, словосполучення, факти, перетворення та обробка яких дозволяють витягнути інформацію, тобто знання про той або інший предмет, процеси або явища. Іншими словами, дані служать сировиною для створення інформації, отриманої в результаті обробки даних [19].

На рисунку 1.2 показаний взаємозв'язок понять інформація, повідомлення, дані, знак і сигнал.



Рисунок 1.2 - Взаємозв'язок: інформація, повідомлення, дані, знак, сигнал

Дані – діалектична складова інформації. Вони являють собою зареєстровані сигнали. При цьому фізичний метод реєстрації може бути довільним: механічним, електричним, магнітним, оптичним, тощо. Відповідно до методу реєстрації дані можуть зберігатись і транспортуватись на носіях різних видів. Самим розповсюдженим видом носія, хоча і не самим економічним та надійним, є папір. В обчислювальній техніці в ролі носіїв

інформації виступають різноманітні магнітні диски, стрічки, оптичні диски, тощо.

В ході виконання інформаційного процесу дані перетворюються з одного виду в інший за допомогою методів. Опрацювання даних містить в собі багато операцій, серед яких можна виділити наступні:

- збір даних – накопичення даних з метою забезпечення їх повноти для прийняття рішень;
- формалізація даних – зведення даних, одержаних з різних джерел, до однакової форми;
- фільтрація даних – відкидання “зайвих” даних, які не потрібні для прийняття рішення;
- сортування даних – впорядкування даних за певною ознакою;
- групування даних – об’єднання даних за певною ознакою з метою їх більш зручного використання;
- архівація даних – організація збереження даних в зручній та легкодоступній формі, як правило, в більш економному форматі;
- захист даних – комплекс заходів, направлених на запобігання втрати, модифікації або відтворення даних;
- транспортування даних – прийом та передача даних між віддаленими учасниками інформаційного процесу;
- перетворення даних – перевід даних з однієї форми або однієї структури до іншої.

Повний перелік операцій з даними набагато більший. Тому можна зробити висновок : опрацювання інформації має високу трудомісткість і тому її потрібно автоматизувати.

Існування багатьох визначень інформації зумовлено складністю, специфічністю і різноманіттям підходів до тлумачення сутності цього поняття.

Одна з основних концепція інформації (математика К.Шеннона), відображуючи кількісно-інформаційний підхід, визначає інформацію як міру

невпевненості (ентропію) події. Кількість інформації в тому або іншому повідомленні залежить від можливості його одержання: чим більш імовірним є повідомлення, тим менша кількість інформації утримується в ньому. Цей підхід, хоча і не враховує змістовну сторону інформації, виявився дуже корисним у техніці зв'язку та обчислювальній техніці, послужив основою для виміру інформації й оптимального кодування повідомлень. Крім того, він виявляється зручним для ілюстрації такої важливої властивості інформації, як новизна, несподіваність повідомлень.

1.5 Невизначеність, кількість інформації, ентропія

Різноманітність необхідна при передачі інформації. Не можна намалювати білим по білому, одного стану недостатньо. Якщо комірка пам'яті здатна перебувати лише в одному (вихідному) стані і не здатна змінювати свій стан під зовнішнім впливом, це означає, що вона не здатна сприймати і запам'ятовувати інформацію. Інформаційна ємність такого осередку дорівнює 0.

Мінімальне розмаїття забезпечується наявністю двох станів. Якщо комірка пам'яті здатна, в залежності від зовнішнього впливу, приймати одне з двох станів, які умовно позначаються звичайно як «0» і «1», вона має мінімальну інформаційну ємність.

Інформаційна ємність однієї комірки пам'яті, здатної знаходитися в двох різних станах, прийнята за одиницю виміру кількості інформації - 1 біт. 1 біт (*bit* - скорочення від англ. *Binary digit* - двійкове число) - одиниця виміру інформаційної ємності і кількості інформації, а також і ще однієї величини - інформаційної ентропії.

Інформаційна ємність елемента пам'яті, здатної сприймати інформацію, не може бути менше 1 біта, але кількість одержуваної інформації може бути і менше, ніж 1 біт. Це відбувається тоді, коли варіанти відповідей «так» і «ні» не рівноймовірні.

Основоположник теорії інформації Клод Шеннон визначив інформацію, як зняту невизначеність. Точніше сказати, отримання інформації - необхідна умова для зняття невизначеності. Невизначеність виникає в ситуації вибору. Завдання, що вирішується в ході зняття невизначеності - зменшення кількості розглянутих варіантів (зменшення різноманітності), і в підсумку вибір одного відповідного ситуації варіанту з числа можливих. Зняття невизначеності дає можливість приймати обгрунтовані рішення і діяти. У цьому керуюча роль інформації.

Ситуація максимальної невизначеності припускає наявність декількох рівноймовірних альтернатив (варіантів), тобто жоден з варіантів не є кращим. Причому, чим більше рівноймовірних варіантів спостерігається, тим більша невизначеність, тим складніше зробити однозначний вибір і тим більше інформації потрібно для того мати. Для N варіантів ця ситуація описується наступним розподілом ймовірностей: $\{1/N, 1/N, \dots, 1/N\}$.

Мінімальна невизначеність дорівнює 0 , тобто ця ситуація повної визначеності, що означає що вибір зроблено, і вся необхідна інформація отримана. Розподіл ймовірностей для ситуації повної визначеності виглядає так: $\{1, 0, 0, \dots, 0\}$.

Величина, що характеризує кількість невизначеності в теорії інформації позначається символом H і має назву ентропія, точніше інформаційна ентропія.

Ентропія (H) - міра невизначеності, виражена в бітах. Так само ентропію можна розглядати як міру рівномірності розподілу випадкової величини.

На рисунку 1.3 показано поведінку ентропії для випадку двох альтернатив, при зміні співвідношення їх ймовірностей ($p, (1-p)$).

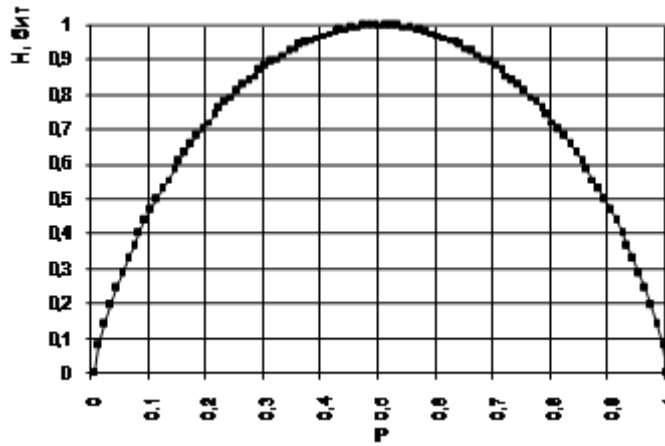


Рисунок 1.3 – Поведінка ентропії для випадку двох альтернатив

Максимального значення ентропія досягає у випадку, коли обидві ймовірності рівні між собою і дорівнюють $1/2$, нульове значення ентропії відповідає випадкам: $p_0 = 0, p_1 = 1$ і $p_0 = 1, p_1 = 0$.

У загальному випадку, ентропія H і кількість одержуваної в результаті зняття невизначеності інформації I залежать від початкової кількості розглянутих варіантів N і апріорних ймовірностей реалізації кожного з них P : $\{p_0, p_1, \dots, p_{N-1}\}$, тобто $H = F(N, P)$. Розрахунок ентропії в цьому випадку проводиться за формулою Шеннона.

В окремому випадку, коли всі варіанти різноймовірні, залишається залежність тільки від кількості розглянутих варіантів, тобто $H = F(N)$. У цьому випадку формула Шеннона значно спрощується і збігається з формулою Хартлі, яка вперше була запропонована американським інженером Ральфом Хартлі на 20 років раніше.

Формула Шеннона має наступний вигляд:

$$H = -\sum_{i=0}^{N-1} p_i \log_2(p_i) = \sum_{i=0}^{N-1} p_i \log_2\left(\frac{1}{p_i}\right) \quad (1)$$

Знак мінус у формулі (1) не означає, що ентропія - негативна величина. Пояснюється це тим, що $p_i \in 1$ за визначенням, а логарифм числа меншого одиниці - величина негативна. За властивістю логарифма $-\log(a) = \log\left(\frac{1}{a}\right)$.

$\log_2\left(\frac{1}{p_i}\right)$ інтерпретується як приватна кількість інформації I_i , що отримується в разі реалізації i -го варіанту. Ентропія у формулі Шеннона є середньою характеристикою - математичним очікуванням розподілу випадкової величини $\{I_0, I_1, \dots, I_{N-1}\}$.

Формула Хартлі - приватний випадок формули Шеннона для рівноймовірних альтернатив. Підставивши у формулу (1) замість p_i його (в рівноймовірному випадку не залежне від i) значення $p_i = \frac{1}{N}$, Отримаємо:

$$H = \sum_{i=0}^{N-1} \frac{1}{N} \log_2\left(\frac{N}{1}\right) = \frac{1}{N} \cdot N \cdot \log_2(N) = \log_2(N).$$

Таким чином, формула Хартлі виглядає дуже просто:

$$H = \log_2(N) \quad (2)$$

Звідси випливає, що чим більше кількість альтернатив (N), тим більше невизначеність (H). Ці величини пов'язані у формулі (2) не лінійно, а через двійковий логарифм. Логарифмування по підставі 2 і приводить кількість варіантів до одиниць виміру інформації - бітам.

Ентропія буде цілим числом лише в тому випадку, якщо N є ступенем числа 2, тобто якщо N належить ряду: $\{1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 \dots\}$ (рисунок 1.4).

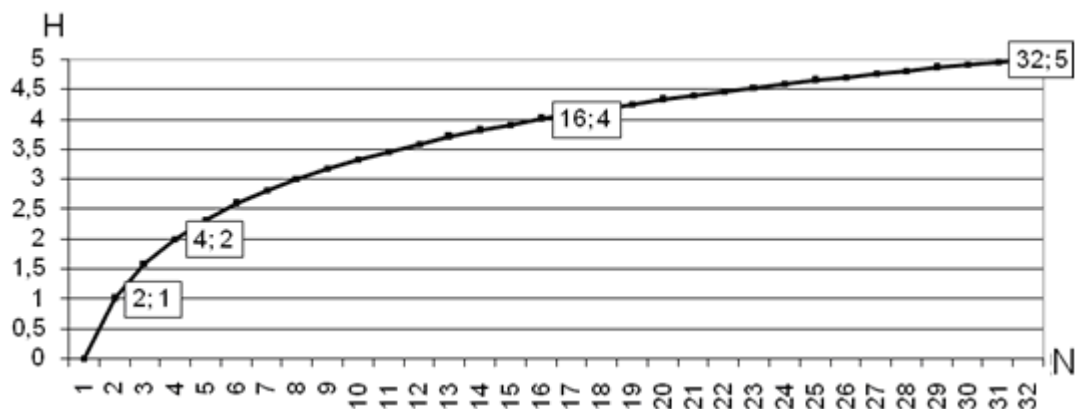


Рисунок 1.4 - Залежність ентропії від кількості рівноймовірних альтернатив

Для вирішення обернених задач, коли відома невизначеність (H) або отримана в результаті її зняття кількість інформації (I) і потрібно визначити

яка кількість рівноймовірних альтернатив відповідає виникненню цієї невизначеності, використовують зворотню формулу Хартлі, яка виводиться у відповідності з визначенням логарифма і виглядає:

$$N = 2^H \quad (3)$$

Наведені формули дійсні для розрахунку ентропії H , де H можна замінювати на I , тому що кількість інформації, яку одержують при повному знятті невизначеності деякої ситуації, кількісно рівне початковій ентропії даної ситуації.

Однак невизначеність може бути знята тільки частково, тому кількість інформації I , одержуваної з деякого повідомлення, обчислюється як зменшення ентропії, що відбулося в результаті отримання даного повідомлення.

Для рівноймовірного випадку, використовуючи для розрахунку ентропії формулу Хартлі, отримаємо:

$$I = \log_2(N_0) - \log_2(N_i) = \log_2\left(\frac{N_0}{N_i}\right)$$

Дана рівність виводиться на підставі властивостей логарифма. Таким чином, в рівноймовірної випадку I залежить від того, у скільки разів змінилася кількість розглянутих варіантів вибору.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ЕНТРОПІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛІВ

2.1 Сигнальні моделі та оцінка їх ентропії

Теорія джерел інформації аналізувалася багатьма вченими, але найбільш вагомий вклад вніс в своїй монографії професор Я.М. Николайчук [20], де була проведена класифікація за багатьма ознаками. Наприклад, за типом задачі, що вирішується, за типом вхідних і вихідних сигналів, за математичним апаратом, що використовується, за кількістю вхідних і вихідних каналів, за часовими характеристиками, за типом інформації, яку формує ДІ про об'єкт управління [21]. На рисунку 2.1 показана розширена класифікація ДІ, яка включає важливий клас ентропійних ДІ.

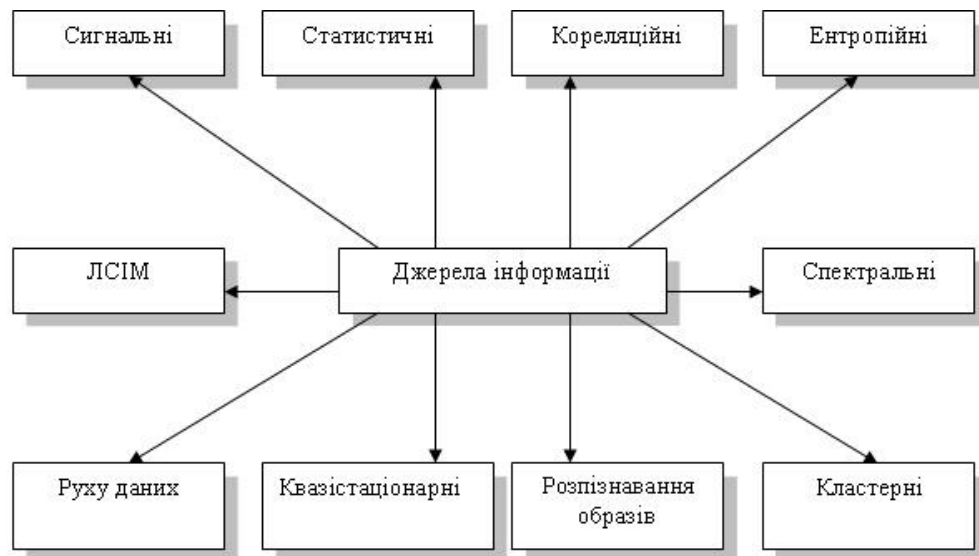


Рисунок 2.1 – Класифікація характеристик джерел інформації

При здійсненні класифікації за типом задачі можна виділити велику кількість ДІ, які застосовуються в багатьох галузях для вирішення найрізноманітніших задачах інформатики та інформаційних технологій.

За типом аналітики математичного апарату ДІ поділяють на два основні класи: детерміновані і статистичні, які, в свою чергу, можна розбити

на підкласи.

Основну увагу в дипломній роботі приділено математичному апарату ДІ та алгоритмам визначення ентропії сигналів заданих аналітично.

Залежно від характеристик зміни інформаційних станів ДІ класифікують на 4 типи: детерміновані, стаціонарні, квазістаціонарні та нестаціонарні [22].

Класифікація ДІ, приведена на рисунку 2.1, здійснена з інформаційних позицій теорії та технології побудови моделей ДІ.

Розроблена класифікація дозволяє визначити систему класів моделей ОУ, в той же час моделі будуються в конвеєрному режимі, структура зв'язків яких показана на рисунку 2.22.

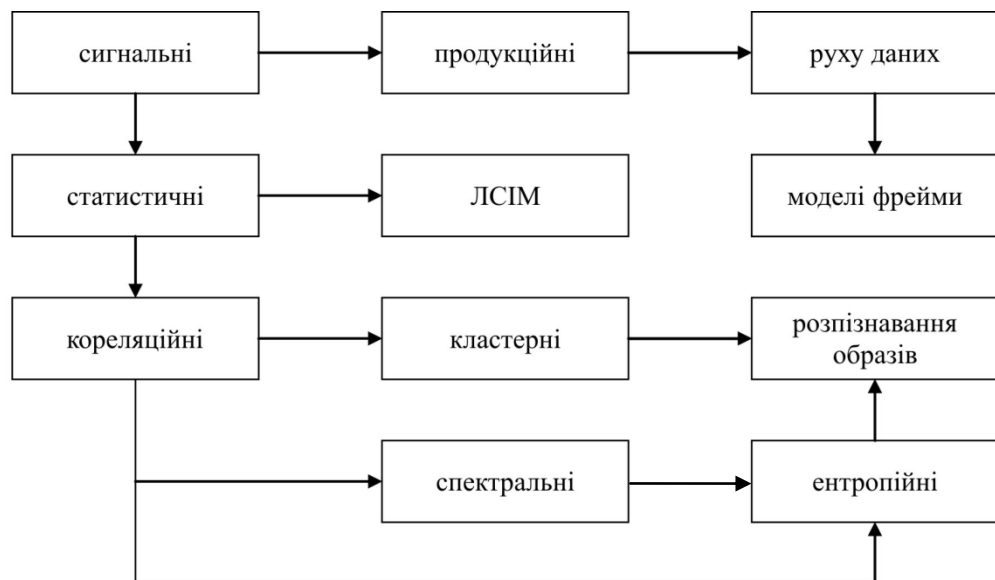


Рисунок 2.2 - Зв'язок між характеристиками та моделями ДІ

Як видно з рисунка 2.2 ентропійні моделі, які базуються на кореляційних та статистичних моделях, можуть бути ефективно використані для вирішення задач та реалізації моделей розпізнавання образів. В ряді робіт [21, 23] показані приклади та перспектива їх ефективного застосування для виявлення передаварійних ситуацій та дослідження квазістаціонарних об'єктів.

Серед класифікованих ДІ найпоширенішим класом моделей на низовому рівні розподілених комп'ютерних систем (РКС) є сукупність

булевих моделей [24]:

- одноканальні двохрівневі;
- багатоканальні двохрівневі;
- одноканальні багаторівневі;
- багатоканальні багаторівневі.

Очевидно, що всі біт-орієнтовані інформаційні потоки телекомунікаційних систем та комп'ютерних мереж можна віднести до джерел інформації першого класу.

Характеристикою таких ДІ є сигнальні моделі, які відповідають формуванню на їх виходах булевих значень станів ДІ, що приймають значення "0" або "1"

$$b_i = \begin{cases} 1, & x_j(t) \geq \varepsilon_x \\ 0, & x_j(t) < \varepsilon_x \end{cases},$$

де i – дискретний часовий параметр станів ДІ; $i \in \overline{1, n}$; t – параметр часу; $x_j(t)$ – аналогове представлення станів j -го ДІ; $j = \overline{1, m}$; ε_x – пороговий рівень булевих значень.

Структура, схема реалізації та решітчаста функція вихідних сигналів одноканального двохрівневого ДІ показана на рисунку 2.3.

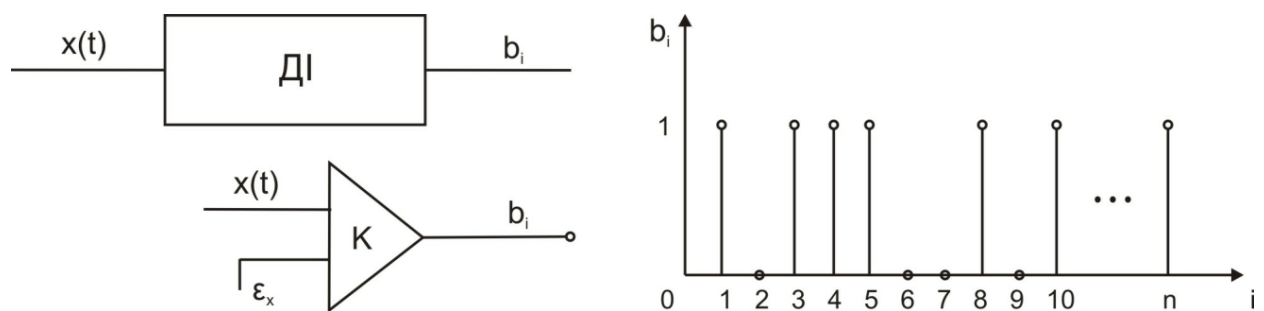


Рисунок 2.3 - Структура, схема та решітчаста функція одноканального двохрівневого ДІ, К – компаратор

Ентропійні характеристики даного класу ДІ визначаються статистичними характеристиками імпульсних потоків b_i і розраховується на основі ентропії інформативних значень імпульсного потоку

$$I_x = Z \cdot \hat{E}[\log_2 n] + 1,$$

де n – об'єм вибірки; Z – число значимих інформативних бітів; “1” – враховує початкове значення біт-орієнтованого потоку (0 або 1).

Структура, схема реалізації та решітчаста функція вихідних сигналів багатоканального дворівневого ДІ показана на рисунку 2.4.

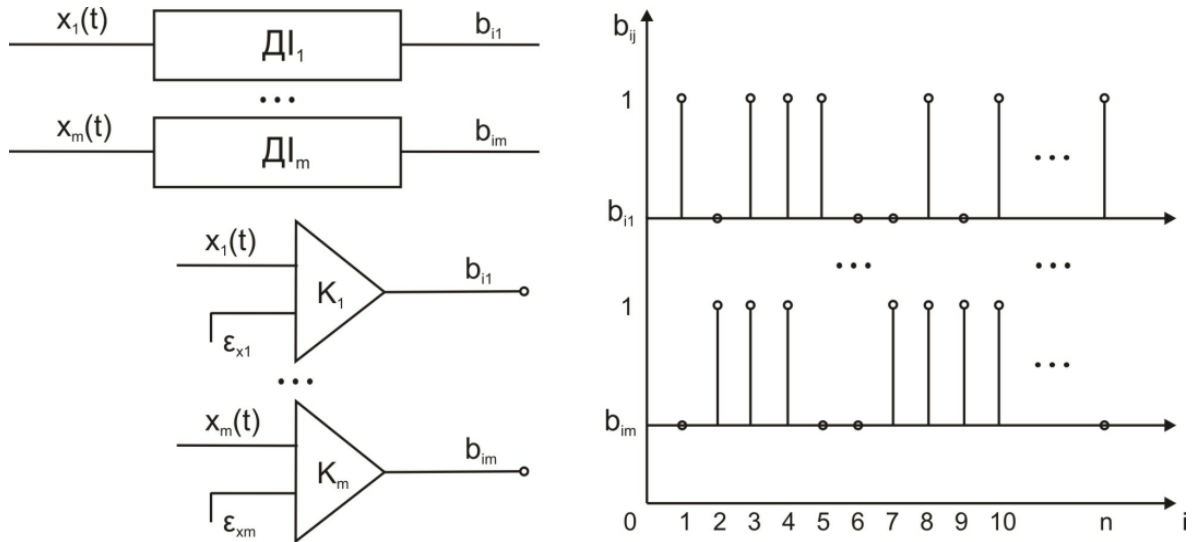


Рисунок 2.4 - Структура, схема та решітчаста функція багатоканального дворівневого ДІ

Оцінка ентропії таких ДІ, виходячи із гіпотези їх статистичної незалежності, має вигляд

$$I_x = n \sum_{i=1}^m (\hat{E}[\log_2 m] + 1),$$

де n – число біт на інтервалі часу; m – число булевих ДІ; $\hat{E}[\log_2 m]$ – двійковий код ідентифікатора ДІ.

Структура та решітчаста функція одноканального багаторівневого ДІ показана на рисунку 2.5.

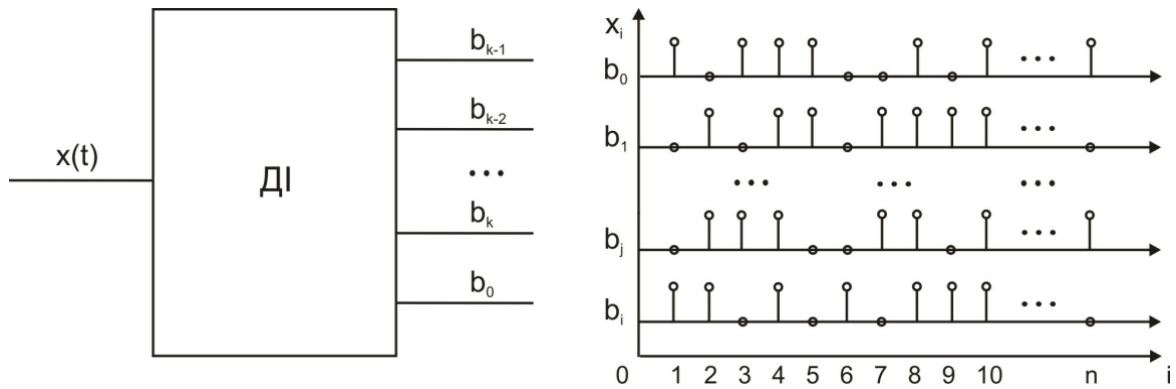


Рисунок 2.5 - Структура та решітчаста функція інформаційних потоків одноканального багаторівневого ДІ

При відсутності інформації про статистичний розподіл вхідних сигналів, і діапазоні квантування 2^k , оцінка ентропії таких ДІ визначається згідно інформаційної міри Р. Хартлі

$$I_x = \log_2 2^k = k .$$

В сучасних інформаційно-вимірювальних та РКС дистрибутивного типу найчастіше вихідні інформаційні потоки даного класу ДІ формуються у вигляді двійкових кодів базису Радемахера, при цьому $b_i = 2^j, j \in \overline{0, k-1}$.

Найбільш поширеним класом ДІ на низових рівнях РКС, промислових системах є багатоканальні багаторівневі ДІ (рисунок 2.6), решітчасті функції яких аналогічні третьому класу ДІ.

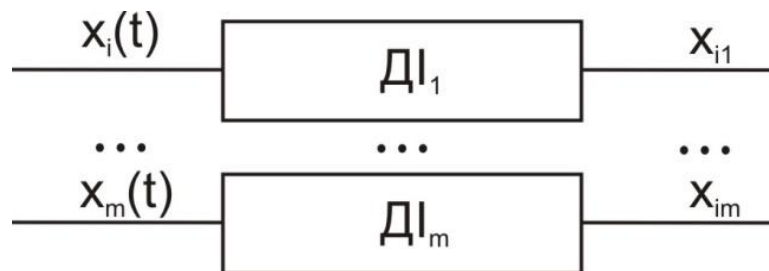


Рисунок 2.6 - Багатоканальне багаторівневе ДІ

На практиці ОУ може бути представлений комбінацією даних класів ДІ, а також структуризованими ДІ.

Ентропійна модель таких ДІ з рівномірними та статистично незалежними станами визначається згідно виразу

$$I_s = \sum_{i=1}^m \hat{E}[\log_2 A_j], A_j \leq 2^{S_i}, \quad (2.1)$$

де I_s – ентропія по Хартлі; A_j – діапазон квантування; 2^{S_i} – число станів ДІ.

Як показано в наукових дослідженнях [3, 23], інформаційний стан одноканального ОУ достатньо повно може бути описаний функціоналом, у вигляді кортежу

$$D_{OY} = F(X(t), M_x, D_x, \sigma_x, R_{xx}R_{xy}, M_{ij}, S(w), K_{ij}, ЛСИМ, I_x, СД), \quad (2.2)$$

де $X(t)$ – поточне значення параметра, M_x – математичне сподівання, D_x – дисперсія, σ_x – середньоквадратичне відхилення, R_{xx} – автокореляційна функція, R_{xy} – взаємкореляційна функція, M_{ij} – матриця нормованих коефіцієнтів взаємкореляції, $S(w)$ – спектральні моделі, K_{ij} – матриця ймовірностей переходу в різні стани, $ЛСИМ$ – логіко-статистична інформаційна модель, I_x – ентропійна модель, $СД$ – структуризовані дані.

Як видно з виразу (2.2) в склад характеристичного функціоналу входить оцінка ентропії ДІ I_x . Як буде показано в дипломній роботі дана характеристика інтегровано представляє та будується на основі більшості параметрів кортежу (2.2). Тому глибокі дослідження теорії та практики застосування ентропійних оцінок для ідентифікації станів складних багатоканальних ОУ, до яких належать промислові установки, технологічні лінії, мобільні, транспортні та спеціалізовані апарати є актуальною задачею.

2.2 Аналіз методів та теоретичних основ оцінки ентропійних характеристик джерел інформації

Інформаційну міру ентропії дискретного джерела інформації Р. Хартлі запропонував у вигляді функції логарифма кількості можливих станів ДІ [25]

$$H_x = \log S^n = n \cdot \log S, \quad (2.3)$$

де H – ентропія; S – число незалежних рівноймовірних станів ДІ; n – довжина вибірки.

Технологічні об'єкти, які розглядаються як стохастичні ДІ, формують дані, що підлягають Гауссовому закону розподілу ймовірностей. Для таких ДІ переважна більшість відліків лежить в діапазоні 3σ в околі математичного сподівання. Відповідно, ентропія буде визначатися згідно виразу [26]

$$H_{3\sigma} = \log 3\sigma,$$

де σ – середньоквадратичне відхилення.

О.М. Колмогоров [27] запропонував міру інформації – ε -ентропію, яка визначається кількістю елементів ε при переході ДІ в різні стани

$$H_{\varepsilon} \leq \frac{T}{\Delta t} + \log \frac{C}{\varepsilon},$$

де Δt – крок дискретизації, що забезпечує точність квантування ε ; C – діапазон квантування; T – інтервал часу спостереження ДІ.

Ентропійні оцінки ДІ у вигляді міри Хартлі, 3σ і ε -ентропії Колмогорова вирішуються в цілих числах в тому випадку, коли діапазон квантування станів ДІ вибирається кратним цілому степеню числа два. В іншому випадку, коли $S \neq 2^k$ ($k=1, 2, 3, \dots$) необхідно користуватися оцінками[28]:

$$H_x = n \cdot \hat{E}[\log S] = n \cdot \lceil \log S \rceil, \quad H_{3\sigma} = \hat{E}[\log 3\sigma], \quad H_{\varepsilon} = \hat{E} \left[\log \left(\frac{C}{\varepsilon} \cdot 2^{\frac{T}{\Delta t}} \right) \right],$$

де \hat{E} – символ цілочисельної функції з округлення до більшого цілого; $\lceil \rceil$ – ознака операції округлення до більшого цілого.

К. Шеннон ввів міру ентропії для ДІ з нерівноймовірними станами [29]

$$H = -k \cdot \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log p_i, \quad (2.1)$$

де k – додатній коефіцієнт, що враховує основу логарифма; p_i – ймовірність S_j -го стану дискретного ДІ; $i \in \overline{1, n}$ – число станів ДІ.

В світовій практиці для аналізу ДІ використовують класичні методи оцінки ентропії по Р.Хартлі та К.Шеннону. Для прикладу, на рисунку

2.7 Ошибка! Источник ссылки не найден. представлено масив ДІ з рівномірним розподілом даних.

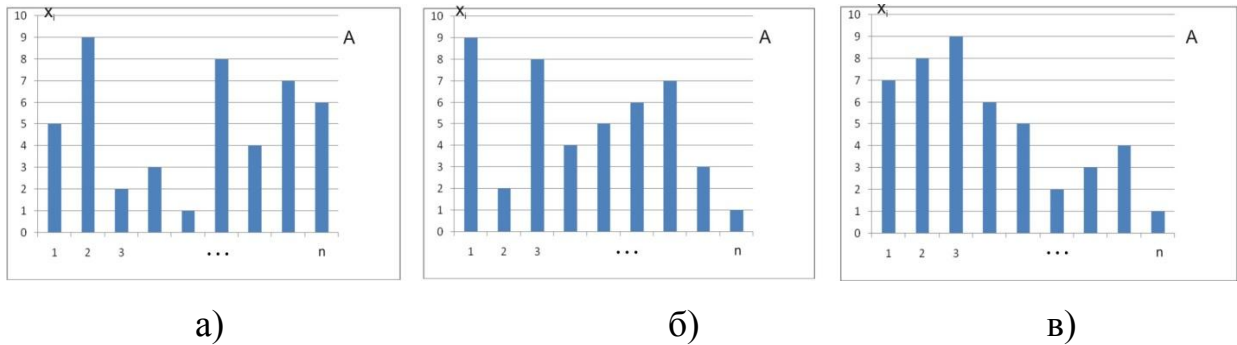


Рисунок 2.7 - Масив даних з однаковими ймовірностями станів ДІ

У всіх випадках, зображених на рисунку 2.7 інформаційна міра Хартлі дає однакову оцінку ентропії масиву повідомлень $x_i(1,2,\dots,n)$.

Ентропія К. Шеннона (2.1) враховує ймовірність появи інформаційних повідомлень. При розрахунку масивів ДІ а), б), в) (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), ентропія враховує ймовірнісну появу кожного стану ДІ, але не враховує кореляційні зв'язки, тому для всіх трьох масивів дана оцінка ентропії буде однаковою.

Кореляційна оцінка ентропії запропонована Я.М. Николайчуком наближається до власної ентропії ДІ внаслідок врахування дисперсії та автокореляційних властивостей інформаційних потоків [20]

$$I_x = n \cdot \hat{E} \left[\frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (D_x^2 - R_{xx}^2(j)) \right], \quad (2.2)$$

де $D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2$ - дисперсія; $M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ - математичне сподівання;

$R_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^\circ \cdot x_{i+j}^\circ$ - автокореляційна функція; $x_i^\circ = x_i - M_x$ - центровані

значення масиву даних; m - число точок функції $R_{xx}(j)$ на інтервалі кореляції.

Розрахунок ентропії для кожного масиву ДІ а), б), в) (рисунок 2.8), дає адекватну ентропійну оцінку.

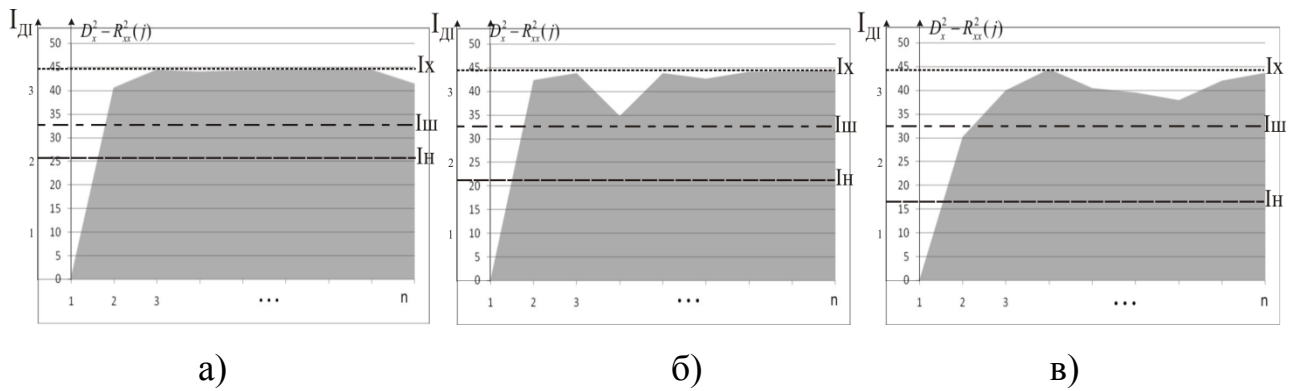


Рисунок 2.8 - Оцінка ентропії для ДІ з однаковими ймовірностями станів

Ентропія корисності Дж. Лонго [30] визначається як середнє статистичне значення усіх можливих повідомлень, з врахуванням коефіцієнтів u_i

$$H(u, p) = -k \sum_{i=1}^n [u_i p_i \cdot \log p_i],$$

де k – стала величина; $p = p_i$ – ймовірність S_j -го стану.

Г.Шульц [31] видозмінив ентропію як середнє значення об'єму інформації $\log \frac{1}{p_i}$ окремих станів, щоб її можна було б використовувати не тільки для передачі, але й для оцінки значимості інформації.

Для дискретного ергодичного ДІ, в якого кореляційні зв'язки існують тільки між двома сусідніми значеннями послідовності x_1, x_2, \dots, x_n ентропія визначається виразом [32]

$$H(x) = -\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n p(x_i, x_j) \cdot \log p(x_j/x_i),$$

де $p(x_j/x_i)$ – умовна ймовірність появи значення x_j при умові, що попереднім було значення x_i ; $p(x_i, x_j)$ – сумісна ймовірність появи пари символів x_i, x_j .

Для джерел з незалежними, але нерівноймовірними станами Б.Олівером [33] отримана оцінка загальної кількості можливих комбінацій станів

$$H = \lim \frac{\log N}{n} = -\sum p(j) \cdot \log p(j).$$

Для реалізації дискретної випадкової послідовності $X = \{x_i\}$, кожен із символів x_i якої може приймати одне з l_i різних значень ($l \leq l_i \leq L$; $i = 1, 2, \dots, n$), Д.Мідлтон отримав вираз для апіорної невизначеності $x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$ [34]

$$H(X) = -\sum_{l_1}^L \dots \sum_{l_n}^L p(X) \log p(X),$$

де додавання проводиться по всім можливим значенням кожного з символів x_i послідовності.

В роботі В.Таллера [35] показано, що якщо в деякий момент часу ДІ, що має S станів, переходить тільки в S_j можливих станів, то аналіз дійсного інформаційного змісту його повідомлень приводиться до меншого об'єму інформації в порівнянні з функцією найбільшої інформації

$$H \leq k 2BT \left(1 + \frac{S}{N} \right),$$

де $H = k \cdot n \log S_{ave}$; S_{ave} – середнє значення станів ДІ; BT – інформаційна база повідомлень, що формується; N – значення шуму.

В.П.Боюн [36] запропонував величину δ -ентропію, яка характеризує невизначеність значення випадкового процесу і його динаміку. Приведена оцінка δ -ентропії визначається виразом

$$h_{\Delta} = \frac{|f'_{\bar{n}\delta}(t)|}{|f'_{max}(t)|},$$

де $f'_{cep}(t)$, $f'_{max}(t)$ – відповідно середнє і максимальнє значення похідних зміни кількості станів джерела.

Приведена δ -ентропія не залежить від вибраних кванта по рівню і кроку дискретизації, а повністю визначається законом розподілу похідних.

В.Г.Лапа [37] відмічав, що чим більша кореляція між станами ДІ, тим більш нерівноймовірний розподіл умовної ймовірності $p(x_i/x_j)$ у виразі визначення ентропії ДІ з залежними станами, що приводить до зменшення ентропії джерела.

Теорію інформації К. Шеннона розширено і відмічено, що кореляційний аналіз є зв'язуючим елементом між спектральною теорією і теорією інформації.

Складність обчислення багатовимірних розподілів суттєво обмежує можливості використання шеннонівських оцінок ентропії для ДІ з незалежними та статистично залежними станами. Такий зв'язок легко встановлюється для неперервних джерел [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

$$h(X, Y) = - \int_{-\infty}^{\infty} \omega(x) \log_2 \omega(x) dx - \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \omega(x, y) \log_2 \omega(y/x) dx dy = h(X) + h(Y/X), \quad (2.3)$$

де $h(X) = - \int_{-\infty}^{\infty} \omega(x) \log_2 \omega(x) dx$ – диференціальна ентропія; $\omega(x, y)$ – щільність сумісного розподілу x і y ; $h(Y/X) = - \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \omega(x, y) \log_2 \omega(y/x) dx dy$ – умовна диференціальна ентропія повідомлення Y ; $\omega(x)$ – щільність розподілу x ; $\omega(y/x)$ – умовна щільність розподілу y відносно x .

В дослідженні [38] реальних об'єктів управління і джерел інформації показано, що стохастичні параметри технологічних процесів на локальних проміжках часу досить точно описуються моделлю гауссового закону розподілу ймовірностей.

Оцінка ентропії джерел з корельованими станами, які мають гауссовий закон розподілу, визначається за виразом [32, 39]

$$h[x(t), x(t + \tau)] = \log_2 \left(2\pi\sigma_x^2 \sqrt{1 - \rho_{xx}^2(\tau)} \right) + \frac{1}{1 - \rho_{xx}^2(\tau)} \log_2 e - \frac{\rho_{xx}^2(\tau)}{1 - \rho_{xx}^2(\tau)} \log_2 e = \log_2 \left(2\pi e \sigma_x^2 \sqrt{1 - \rho_{xx}^2(\tau)} \right).$$

Чисельний розрахунок ентропії дискретного ДІ з нерівноймовірними корельованими станами здійснюється у відповідності з виразом [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]

$$H[x_i, x_{i+j}] = \log_2 2\pi e + \log_2 \sigma_x^2 + \frac{1}{2} \log_2 [1 - \rho_{xx}^2(j)], \quad (2.4)$$

де перший елемент є константою інформаційної міри, що пов'язана з типом закону розподілу випадкової величини, другий елемент визначає дисперсію випадкових станів ДІ

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(x_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \right)^2,$$

а третій елемент характеризує взаємну ентропію корельованих нерівноймовірних станів ДІ за допомогою квадрату нормованої функції автокореляції.

На рисунку 2.9 а) наведено графіки кореляційної функції $R_{xx}(j)$ та оцінки ентропії $D_x^2 - R_{xx}^2(j)$ (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** б), [32].

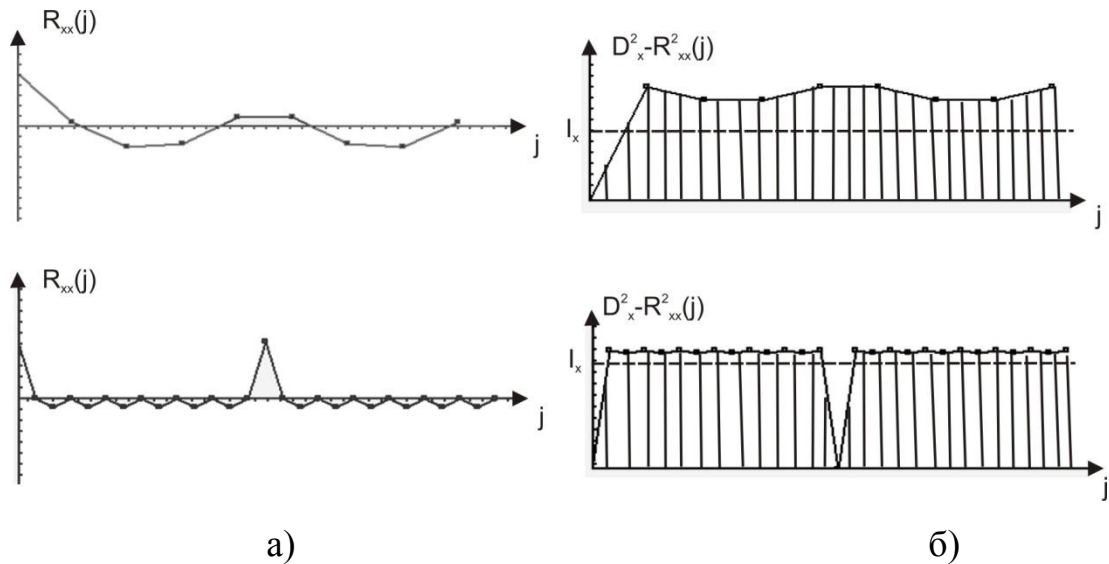


Рисунок 2.9 - Графіки функції $R_{xx}(j)$ – а); та оцінки ентропії $D_x^2 - R_{xx}^2(j)$ – б).

З рисунка 2.9 видно, що ступінь затухання та характеристики періодичності автокореляційних функцій в деякій пропорційності відображає значення оцінки кореляційної міри ентропії. Тобто, при швидкому затуханні кореляційної функції, що відповідає процесам, які наближаються до рівномірного розподілу, обчислене значення ентропії відповідно зростає.

2.3 Теоретичні засади визначення ентропії

Систематизацію аналітичних виразів оцінок мір ентропії наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Систематизація аналітичних виразів оцінок мір ентропії

| № | Міра ентропії | Аналітичний вираз |
|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Р. Хартлі (<i>R. Hartley</i>) | $H = \log_2 S^n = n \cdot \log_2 S . \quad (2.8)$ $H = n \cdot \hat{E}[\log_2 S] = n \cdot \log_2 S [, \quad (2.9)$ <p>де H – кількість інформації; S – число незалежних рівноймовірних станів джерела інформації (ДІ); n - число вибірок, $\hat{E}[\]$ [– цілочисельна функція з округленням до більшого.</p> |
| 2. | К. Крампа (<i>C. Kramp</i>) | $I_x = \log_2 \sqrt{2\pi e \sigma_x^2} , \quad I_x = \hat{E}[\log_2 3\sigma_x] . \quad (2.10)$ |
| 3. | Н. Колмогорова (ϵ -ентропія) | $H_\epsilon \leq \frac{T}{\Delta t} + \log \frac{C}{\epsilon} , \quad (2.11)$ <p>при $\varphi(t) = 2^{\frac{T}{\Delta t}} H_\epsilon \leq \log \left(\frac{C}{\epsilon} \cdot 2^{\frac{T}{\Delta t}} \right)$, де Δt – крок дипломної, що забезпечує точність квантування ϵ , C – діапазон квантування; T – інтервал часу спостереження ДІ В частковому випадку при $\frac{C}{\epsilon} = 2^m , \frac{T}{\Delta t} = 2^n , \quad H_\epsilon \leq \log_2 (2^m \cdot 2^n) = m + n .$</p> |
| 4. | К. Шеннона (<i>C. Shannon</i>) | $H = -k \sum_{i=1}^n p_i \log p_i , \quad (2.12)$ <p>де k – додатній коефіцієнт, який враховує основу логарифма; p_i – ймовірність s_i-го стану дискретного ДІ.</p> |
| 5. | Дж. Лонго (<i>G. Longo</i>) | $I(u, p) = -k u \cdot \log p . \quad (2.13)$ $H(u, p) = -k \sum_{i=1}^n [u_i p_i \cdot \log p_i] , \quad (2.14)$ <p>де $u_i \geq 0$ - коефіцієнт корисності;</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>k – стала величина; $p = p_i$ – імовірність s_j-го стану.</p> |
|--|--|--|

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|--|
| 6. | Г.Шульца (<i>G. Shults</i>) | $H(p, w) = -\sum_{i=1}^n \left[p_i w_i / \sum_{j=1}^n p_j w_j \cdot \log p_i w_i / \sum_{j=1}^n p_j w_j \right]. \quad (2.15)$ <p>Вагові функції Радемахера:</p> $W_0 = 2^0 = 1, W_1 = 2^1 = 2, W_2 = 2^2 = 4 \dots W_n = 2^n, \quad (2.16)$ $w_0 = W_0 / \sum_{i=1}^n W_i \dots w_n = W_n / \sum_{i=1}^n W_i, \quad (2.17)$ $p = const, H(w) = -\sum_{i=1}^n w_i \log w_i, H(n) = -n \sum_{i=1}^n \log \frac{1}{n} = \log n.$ |
| 7. | Б.Олівера (<i>B. Oliver</i> , комбінацій- ний підхід) | $H = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log N}{n}, \quad (2.18)$ <p>де $N = n! / \prod_j S_j$ або $\log N = \log n! - \sum_j S_j.$ (2.19)</p> |
| 8. | Д.Мідлтона (<i>D.Middleton</i>) | $H(X) = -\sum_{l_1}^L \dots \sum_{l_n}^L p(X) \log p(X). \quad (2.20)$ <p>X – апріорна невизначеність; X_i, y_i – статистично залежні стани ДІ; $W_1(y_1, t_1), W_1(y_1, t_1; y_2, t_2), W_1(y_1, t_1; \dots; y_n, t_n)$ – сумісні щільності ймовірностей;</p> $H(X/Y) = \sum_{l_1}^L \dots \sum_{l_n}^L \sum_{m_1}^M \dots \sum_{m_k}^M p(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_m) \cdot \log p(x_1, \dots, x_n / y_1, \dots, y_m), \quad (2.21)$ <p>де x_i, y_i – статистично залежні стани ДІ</p> |
| 9. | В.Галлера (<i>W. Tuller</i> , кореляційний підхід) | $H \leq k 2BT \left(1 + \frac{S}{N} \right), H = k \cdot n \log S_{ave}, \quad (2.22)$ <p>де S_{ave} – середнє значення станів ДІ, BT – інформаційна база, N – значення рівня шуму $1/S$ – інтервал кореляції між відліками</p> |
| 10. | В.Боюна (δ -ентропія) | $h_\delta = \frac{ f'_{\delta}(t) }{ f'_{max}(t) }, \quad (2.23)$ |

| | |
|--|--|
| | де $f'_{cep}(t)$, $f'_{max}(t)$ – відповідно середнє і максимальнє значення похідних зміни кількості станів джерела |
|--|--|

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 |
|----|--|--|
| 11 | Я.Николайчука (кореляційний підхід) | $I_x = n \cdot \mathbb{E} \left[\frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (D_x^2 - R_{xx}(j)) \right], \quad (2.24)$ <p>де $\overset{\circ}{x}_i = x_i - M_x$ – центровані значення масиву даних; $D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2$ – дисперсія значень x_i; $M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ – математичне сподівання; $R_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \overset{\circ}{x}_i \cdot \overset{\circ}{x}_{i+j}$ – автокореляційна функція (АКФ); m – число точок функції $R_{xx}(j)$ на інтервалі кореляції</p> |

Формула Р. Хартлі (2.8, 2.9) табл. 2.1. [39] показує функцію логарифма числа можливих станів ДІ.

Дані стохастичних ДІ, підлягають нормальному закону розподілу ймовірностей. Для таких ДІ більшість розрахунків лежить в діапазоні 3σ в околі математичного сподівання, а ентропія визначається згідно виразу (2.10) табл. 2.1.

Для кодування безперервних ДІ А.Н.Колмогоровим [40] запропоновано формулу (2.11).

Оцінка ентропії по Хартлі характерна для рівноймовірних станів, але вона не враховує ймовірність перебування ДІ в даному стані. Для розширення функціональних можливостей К.Шенноном введено оцінку ентропії [3] для ДІ з нерівноймовірними станами, яка визначається згідно виразу (2.12) табл. 2.1.

Дж. Лонго [41] розширено Шеннонівську теорію інформації введенням «якісних» параметрів, які характеризують корисність інформації. Кожному

стану Ді Дж. Лонго ставить у відповідність коефіцієнти корисності $u_i \geq 0$. Розподіл коефіцієнтів корисності не залежить від розподілу ймовірностей, а визначається з семантичних міркувань. Кількість інформації при такому підході визначається виразом (2.13) табл. 2.1. Ентропія корисності визначається, за формулою (2.14) табл. 2.1, як середнє статистичне значення усіх можливих повідомлень, з врахуванням коефіцієнтів u_i .

Для узагальнення Шеннонівської ентропії Г. Шульцом [42] створено поняття оціночної ентропії. За Шульцом ентропія – це середнє значення об'єму інформації $\log \frac{1}{p_i}$ окремих станів, формула (2.15). Тобто її можна використовувати не тільки для передавання, але й для оцінки значимості інформації. Шульц встановив оціночну шкалу, по якій найбільш «несприятливому» стану надається найнижче значення, а найбільш сприятливому стану – найвище. Для зручності користування значення шкали вибиралися кратними степеню числа 2, вираз (2.16) табл. 2.1. З цих значень утворюються оціночні коефіцієнти (2.17) табл. 2.1, які еквівалентні послідовності частот p_i .

Для джерел з незалежними, але нерівноймовірними станами Б.Олівером [43] отримано оцінку загальної кількості можливих комбінацій станів, яка визначається за формулою (2.18) табл. 2.1.

За Д. Мідлтоном [32] дискретні Ді формують послідовність символів довільної довжини, розподілених в визначеному порядку в часі. Для реалізації дискретної випадкової послідовності $X = \{x_i\}$, кожен із символів x_i якої може приймати одне з l_i різних значень ($1 \leq l_i \leq L; i = 1, 2, \dots, n$), отримано вираз (2.20) табл. 2.1 для апіорної невизначеності $x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$, де додавання проводиться по всіх можливих значеннях кожного з символів x_i послідовності.

Для Ді з статистично залежними станами Д.Мідлтон визначив вираз (2.21) табл. 2.1 середньої умовної ентропії. З останнього виразу випливає, що

для розрахунку ентропії таких ДІ необхідно знати сумісні щільності ймовірностей різного порядку $W_1(y_1, t_1)$, $W_1(y_1, t_1; y_2, t_2)$, ..., $W_1(y_1, t_1; \dots; y_n, t_n)$.

В. Таллером [44] підкреслено переваги, які можна отримати шляхом кореляційного аналізу і усунення внутрішньої кореляції повідомлень, що формуються джерелом. Він показав, що якщо в деякий момент часу ДІ, що має S станів, переходить тільки в S_j можливих станів, то аналіз дійсного інформаційного змісту його повідомлень приводиться до меншого об'єму інформації в порівнянні з функцією найбільшої інформації (2.22) табл. 2.1.

Досліджуючи оцінки інформації дискретних випадкових величин В.П. Боюном [45] запропоновано формулу δ -ентропії (2.23) табл. 2.1, яка характеризує невизначеність стану випадкового процесу і його динаміку. Приведена δ -ентропія не залежить від вибраних кванта по рівню і кроку дискретизації, а повністю визначається відношенням усередненої та максимальної похідної.

На відміну від оцінки ентропії по Шеннону (2.12) табл. 2.1, яка не враховує ймовірність переходу ДІ з одного стану в інший, оцінка ентропії, яка максимально наближується до власної ентропії ДІ, запропонована Я.М. Николайчуком Дана інформаційна міра (2.24) табл. 2.1 розраховується на основі автокореляційних характеристик ДІ [20, 28, 46].

РОЗДІЛ 3

СТРУКТУРА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ОБЧИСЛЕННЯ ЕНТРОПІЇ СИГНАЛІВ

3.1 Характеристики різних оцінок інформаційної міри ентропії

Найпоширеніше в світовій практиці використовують оцінки інформаційної міри ентропії по Хартлі (2.8) і Шеннону (2.12), табл. 2.1.

В таблиці 3.1 приведена реалізація випадкового процесу станів ДІ, з однаковими ймовірностями але різними значеннями амплітуд.

Оцінка ентропії по Хартлі (таблиця 3.1) для трьох випадків буде однаковою і визначається за формулою (2.8):

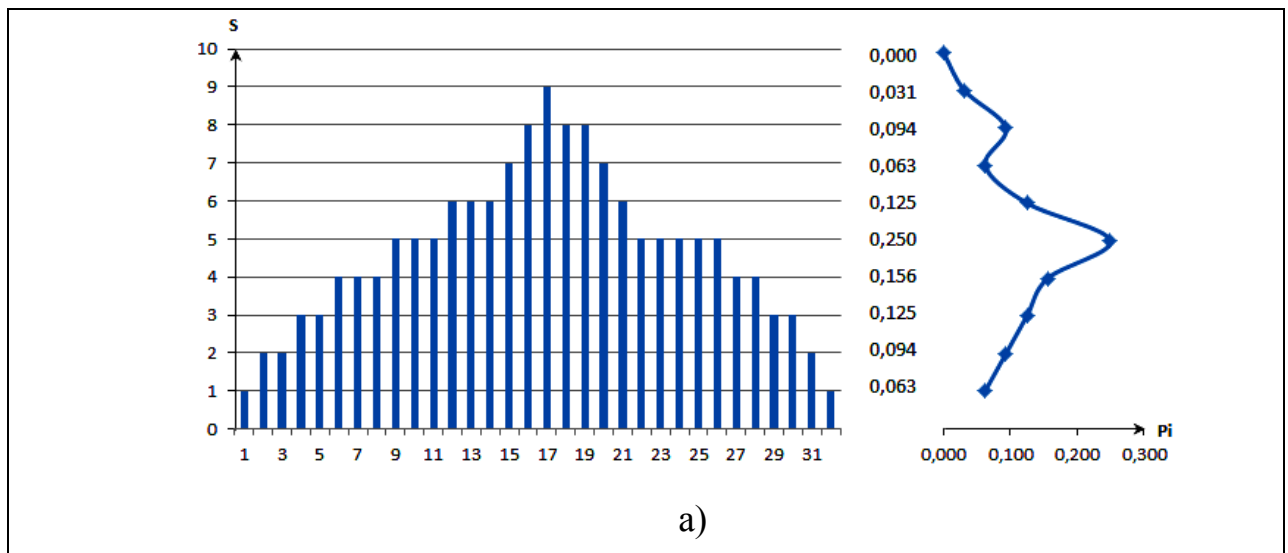
$$I_H = 32 \cdot \log_2 10 = 32 \cdot 4 = 128 \text{ біт}.$$

Оцінка ентропії по Шеннону для трьох випадків обчислюється згідно формули (2.12) і для всіх трьох випадків реалізації(таблиця 3.1) станів джерела інформації однакова, оскільки характеризується однаковими ймовірнісними характеристиками і не залежить від статистичного розподілу амплітуд

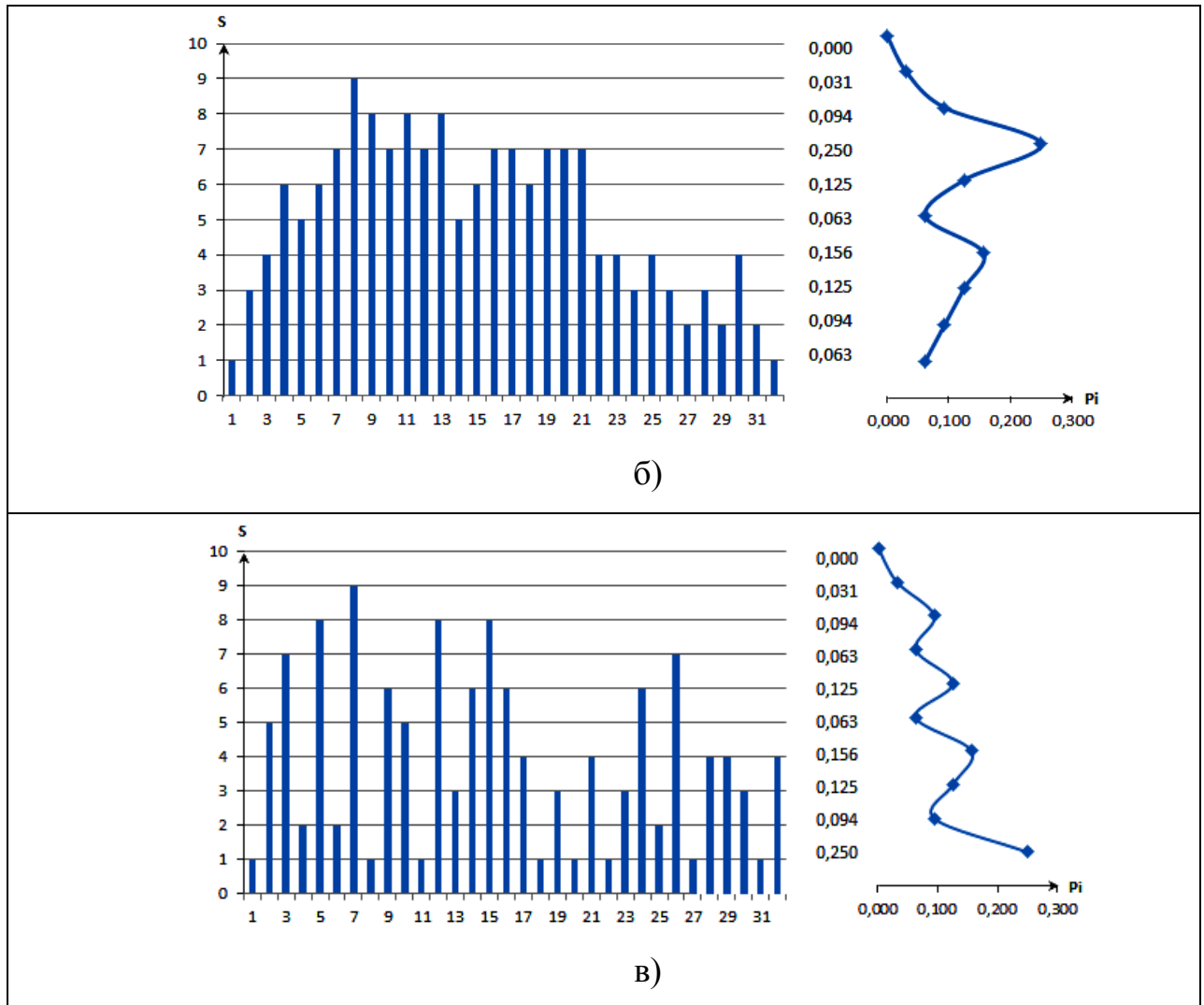
$$I_{Sh} = 32 \cdot 2,96 = 94,88 \text{ біт}.$$

Таблиця 3.1

Реалізація випадкового процесу станів в ДІ.



Продовження таблиці 3.1



А. Колмогоров запропонував уточнену оцінку міри ентропії так звану ε -ентропію згідно виразу (2.11), табл. 2.1, в якій враховується крок дискретизації Δt , що забезпечує точність квантування ε та C – заданий діапазон квантування. Дана оцінка дозволяє оптимізувати крок квантування та крок дискретизації в залежності від характеристик АКФ ДІ.

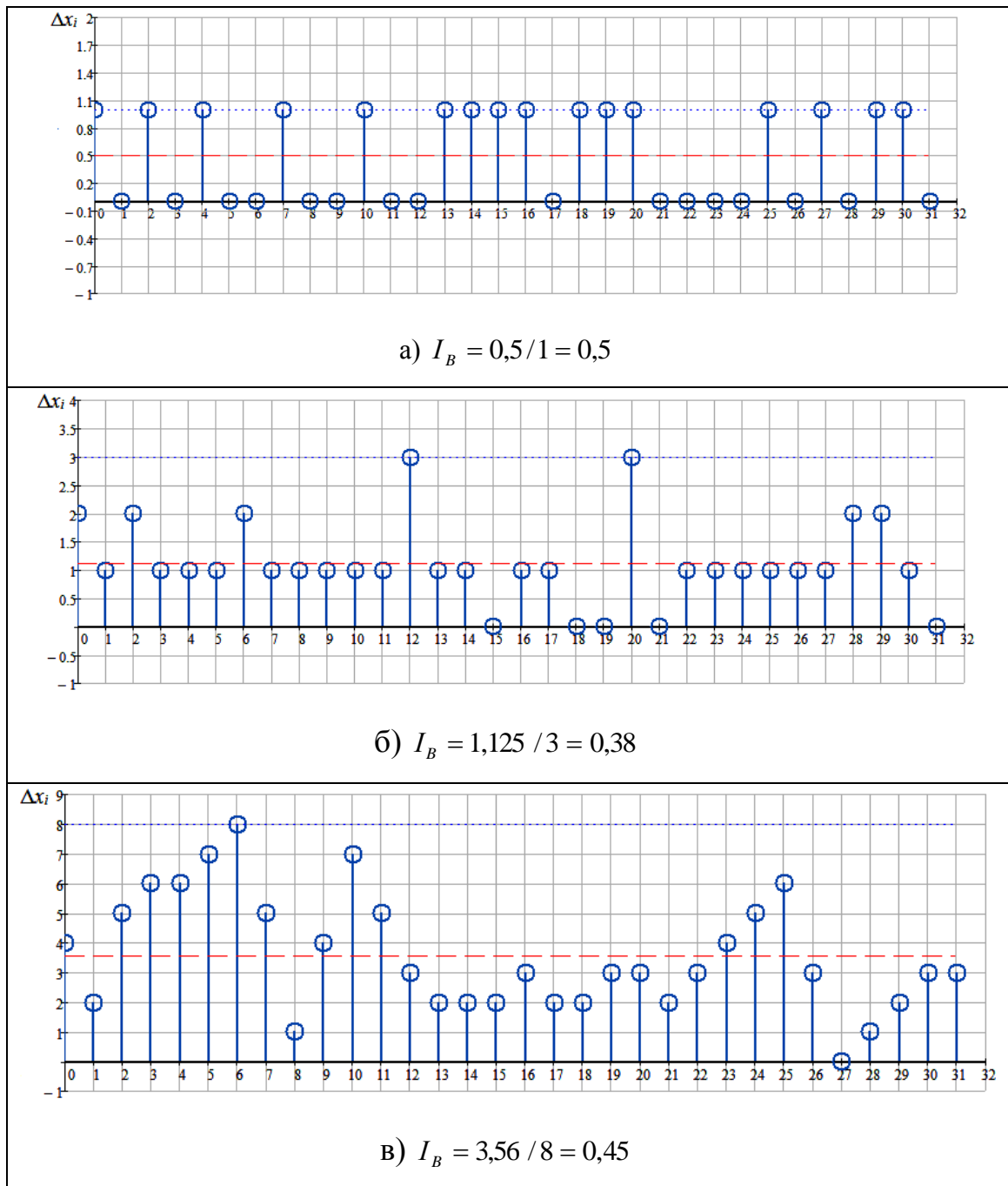
В таблиці 3.2 наведено приклади розрахунку оцінки інформаційної міри ентропії(2.23) по Боюну. В таблиці зображено значення $x_i - x_{i+1}$, їх середнє і максимальне значення.

Оцінка інформаційної міри ентропії, яка запропонована проф. Я.М. Николайчуком [20, 28, 46, 47] розраховується на основі визначення різниці квадратів дисперсії та АКФ досліджуваного ДІ. Що серед відомих

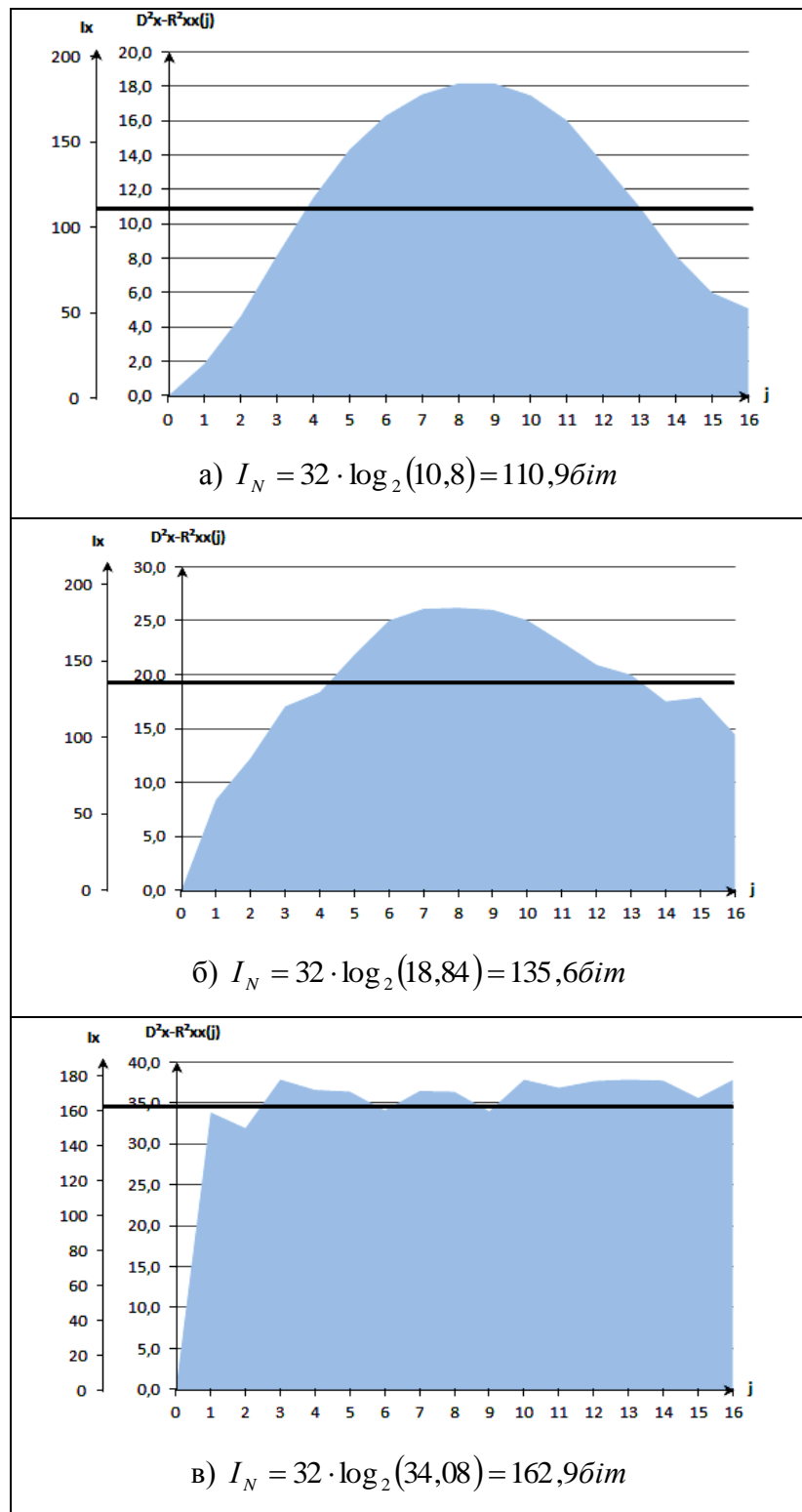
оцінок інформаційних мір ентропії в найбільшій степені наближається до «власної» ентропії ДІ, за рахунок реагування на зміну кореляційних та спектральних властивостей ДІ.

Таблиця 3.2

Реалізація цифрових даних для ДІ (табл. 3.1), на основі яких розраховується оцінка інформаційної ентропії Боюна.



Результати розрахунку на основі кореляційної міри ентропії для ДІ з характеристиками, приведеними в таблиці 3.1



На рисунку 3.1 показані розраховані діаграми згідно різних оцінок ентропії на прикладі досліджуваної реалізації станів ДІ (табл. 3.1).

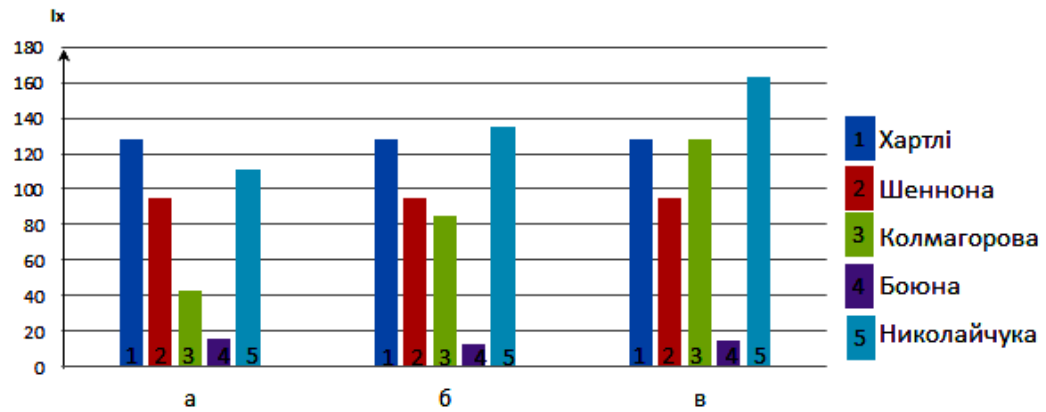


Рисунок 3.1 - Порівняльна діаграма розрахунку ентропії випадкового процесу з однаковими ймовірнісними характеристиками і різною динамікою станів

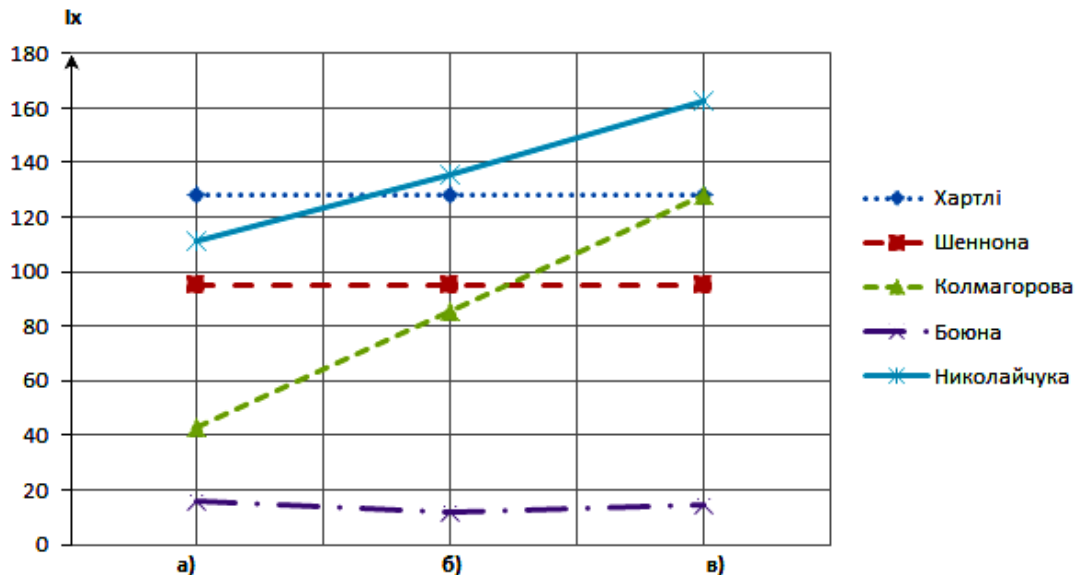


Рисунок 3.2. - Характеристики зміни оцінок ентропії при зміні динаміки станів ДІ (табл. 3.1)

В результаті проведених досліджень встановлено, переваги та функціональні обмеження найбільш широко вживаних відомих інформаційних оцінок мір ентропії. Встановлено, що кореляційна міра ентропії найбільш адекватно відображає характеристики станів ДІ, що обґрунтовує перспективу її ефективного застосування при розвитку ентропійного підходу до рішення задач вдосконалення програмно-апаратних засобів формування, передавання та цифрового опрацювання сигналів в РКС.

3.2 Ентропійні характеристики відомих методів маніпуляції сигналів

Важливою характеристикою маніпульованих сигналів є їх ентропія. Для дослідження існуючих методів маніпуляції застосуємо кореляційну міру ентропії (2.24), табл. 2.1. Результати розрахунків наведені в табл. 3.4, 3.5, а відповідні кореляційні функції і оцінка ентропії зображена в табл. 3.6, 3.7.

Таблиця 3.4

Розрахунок кореляційної оцінки ентропії імпульсних методів маніпуляції

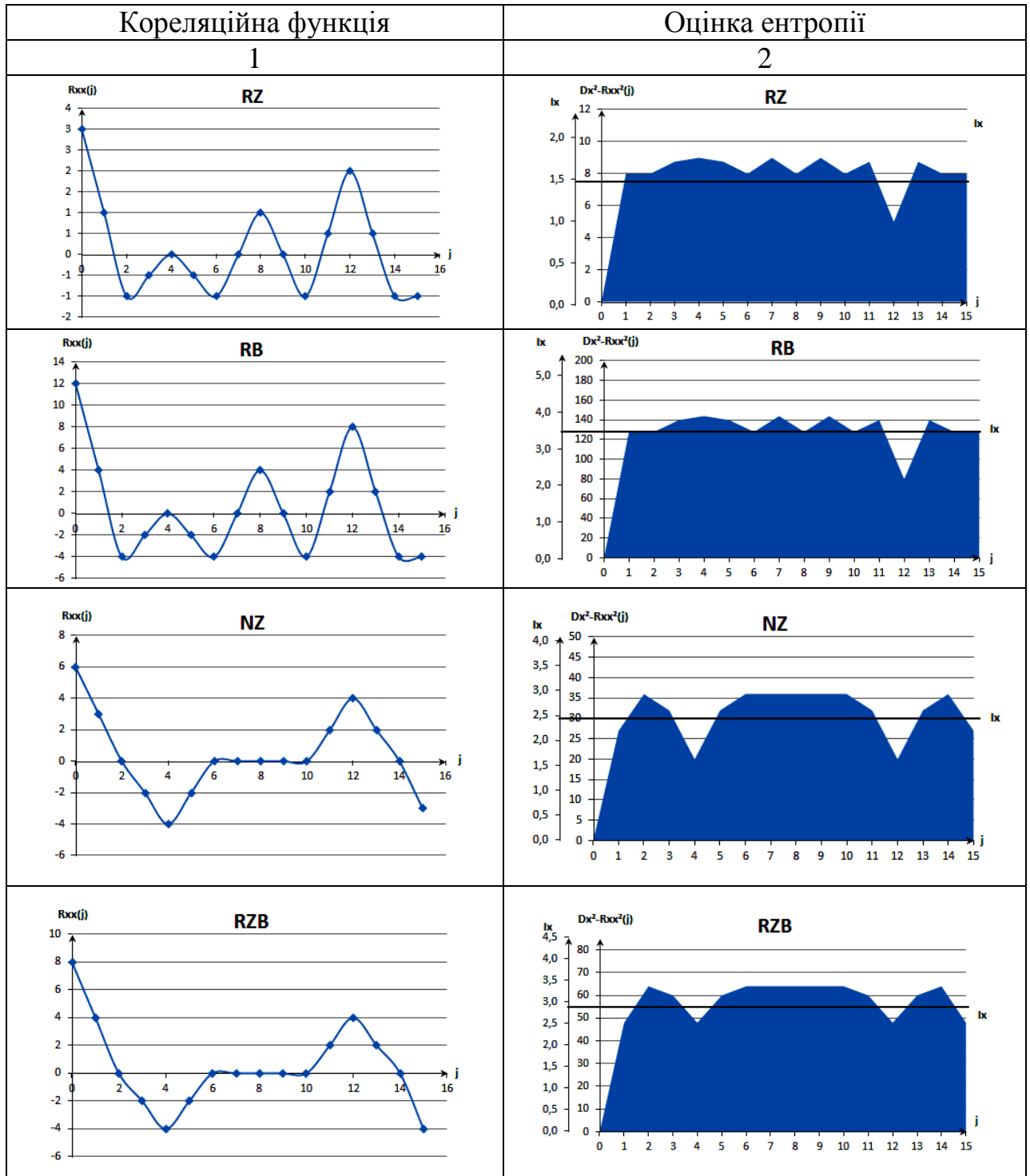
| j | RZ | | RB | | NZ | | RZB | | RZF | | RBFM | | RB?FM | |
|----|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
| | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ |
| 0 | 3 | 0 | 12 | 0 | 6 | 0 | 8 | 0 | 3 | 0 | 15 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 8 | 4 | 128 | 3 | 27 | 4 | 48 | -1 | 8 | -9 | 144 | -1 | 12 |
| 2 | -1 | 8 | -4 | 128 | 0 | 36 | 0 | 64 | -1 | 8 | 7 | 176 | -2 | 9 |
| 3 | -1 | 9 | -2 | 140 | -2 | 32 | -2 | 60 | 1 | 9 | -9 | 144 | 1 | 11 |
| 4 | 0 | 9 | 0 | 144 | -4 | 20 | -4 | 48 | 0 | 9 | 9 | 144 | 0 | 12 |
| 5 | -1 | 9 | -2 | 140 | -2 | 32 | -2 | 60 | 1 | 9 | -9 | 144 | 0 | 12 |
| 6 | -1 | 8 | -4 | 128 | 0 | 36 | 0 | 64 | -1 | 8 | 7 | 176 | -2 | 9 |
| 7 | 0 | 9 | 0 | 144 | 0 | 36 | 0 | 64 | 0 | 9 | -9 | 144 | -1 | 12 |
| 8 | 1 | 8 | 4 | 128 | 0 | 36 | 0 | 64 | 1 | 8 | 11 | 104 | 1 | 10 |
| 9 | 0 | 9 | 0 | 144 | 0 | 36 | 0 | 64 | 0 | 9 | -9 | 144 | 0 | 12 |
| 10 | -1 | 8 | -4 | 128 | 0 | 36 | 0 | 64 | -1 | 8 | 7 | 176 | -2 | 9 |
| 11 | 1 | 9 | 2 | 140 | 2 | 32 | 2 | 60 | -1 | 9 | -9 | 144 | 0 | 12 |
| 12 | 2 | 5 | 8 | 80 | 4 | 20 | 4 | 48 | 2 | 5 | 13 | 56 | 2 | 6 |
| 13 | 1 | 9 | 2 | 140 | 2 | 32 | 2 | 60 | -1 | 9 | -9 | 144 | -1 | 12 |
| 14 | -1 | 8 | -4 | 128 | 0 | 36 | 0 | 64 | -1 | 8 | 7 | 176 | -2 | 9 |
| 15 | -1 | 8 | -4 | 128 | -3 | 27 | -4 | 48 | 1 | 8 | -9 | 144 | 0 | 12 |

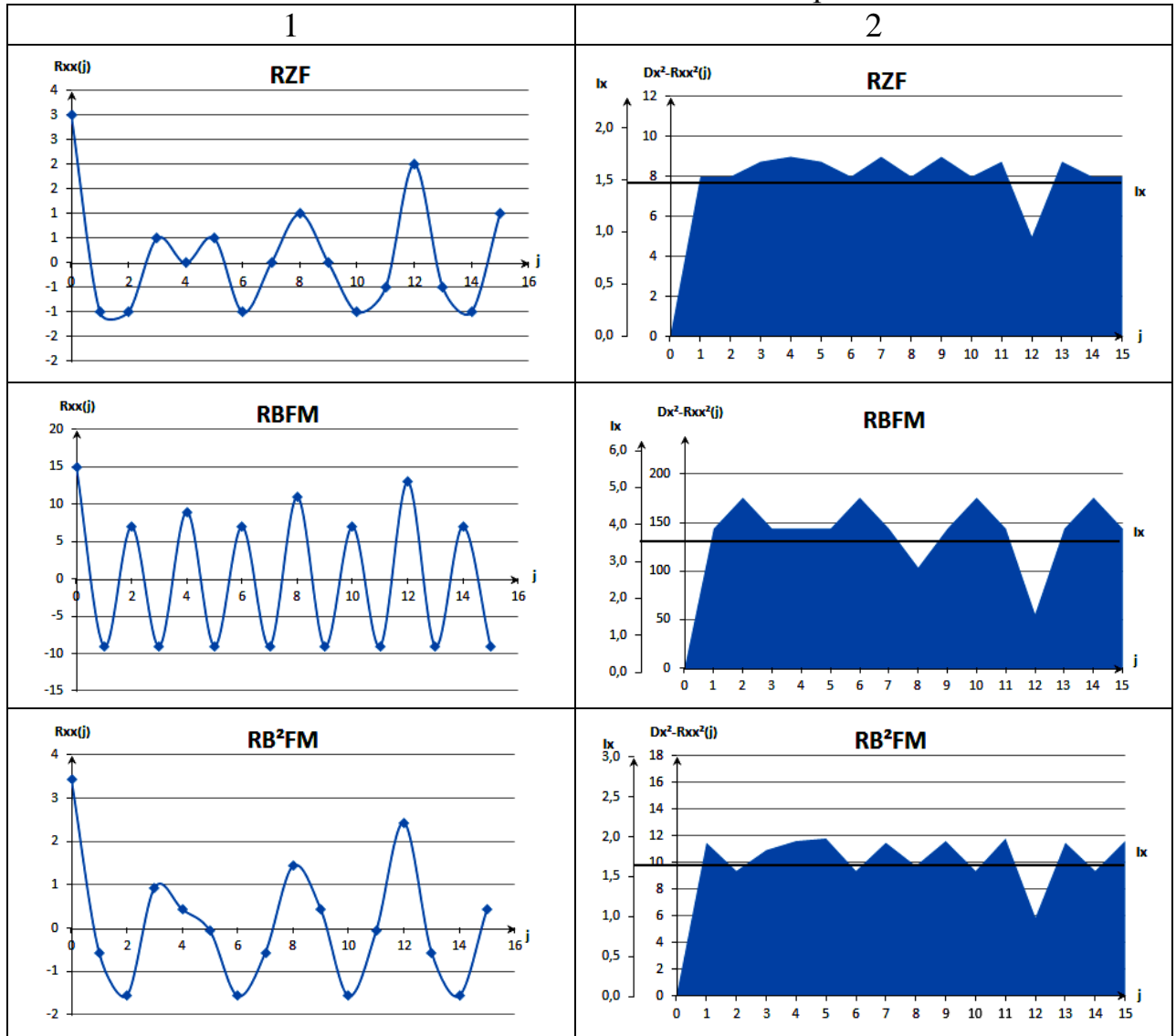
Таблиця 3.5

Розрахунок кореляційної оцінки ентропії потенціальних методів маніпуляції

| j | NRZ-1 | | NRZ-M | | MFM | | PE | | FT | | FM | | HP-IL | | KT-1 | | Галуа | |
|----|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
| | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ | $R_{xx}(j)$ | $D_{R_{xx}}^2(j)$ |
| 0 | 16 | 0 | 16 | 0 | 15 | 0 | 16 | 0 | 16 | 0 | 16 | 0 | 11 | 0 | 12 | 0 | 16 | 0 |
| 1 | 10 | 156 | 12 | 112 | 9 | 144 | 6 | 220 | 5 | 228 | 4 | 240 | -5 | 85 | 7 | 95 | 11 | 171 |
| 2 | 4 | 240 | 8 | 192 | 3 | 216 | -4 | 240 | -5 | 228 | -8 | 192 | 3 | 107 | 2 | 140 | 7 | 284 |
| 3 | -2 | 252 | 4 | 240 | -1 | 224 | -6 | 220 | -5 | 228 | -4 | 240 | -5 | 85 | -3 | 135 | 2 | 339 |
| 4 | -8 | 192 | 0 | 256 | -5 | 200 | -8 | 192 | -5 | 228 | 0 | 256 | 3 | 107 | -8 | 80 | -3 | 334 |
| 5 | -6 | 220 | -2 | 252 | -7 | 176 | -2 | 252 | 3 | 249 | 2 | 252 | 0 | 114 | -6 | 108 | -3 | 334 |
| 6 | -4 | 240 | -4 | 240 | -9 | 144 | 4 | 240 | 11 | 142 | 4 | 240 | 0 | 114 | -4 | 128 | -3 | 334 |
| 7 | -2 | 252 | -6 | 220 | -5 | 200 | 2 | 252 | 3 | 249 | -2 | 252 | 0 | 114 | -2 | 140 | -3 | 334 |
| 8 | 0 | 256 | -8 | 192 | -1 | 224 | 0 | 256 | -5 | 228 | -8 | 192 | -3 | 107 | 0 | 144 | -3 | 334 |
| 9 | 2 | 252 | -6 | 220 | 1 | 224 | -2 | 252 | -5 | 228 | -2 | 252 | 5 | 85 | 2 | 140 | -3 | 334 |
| 10 | 4 | 240 | -4 | 240 | 3 | 216 | -4 | 240 | -5 | 228 | 4 | 240 | -3 | 107 | 4 | 128 | -3 | 334 |
| 11 | 6 | 220 | -2 | 252 | 3 | 216 | 2 | 252 | 0 | 256 | 2 | 252 | 5 | 85 | 6 | 108 | -3 | 334 |
| 12 | 8 | 192 | 0 | 256 | 3 | 216 | 8 | 192 | | | 0 | 256 | | | 8 | 80 | -3 | 334 |
| 13 | 2 | 252 | 0 | 256 | 1 | 224 | 6 | 220 | | | 0 | 256 | | | 3 | 135 | -3 | 334 |
| 14 | -4 | 240 | 0 | 256 | -1 | 224 | 4 | 240 | | | 0 | 256 | | | -2 | 140 | | |
| 15 | -10 | 156 | 0 | 256 | -1 | 224 | -6 | 220 | | | 0 | 256 | | | -7 | 95 | | |

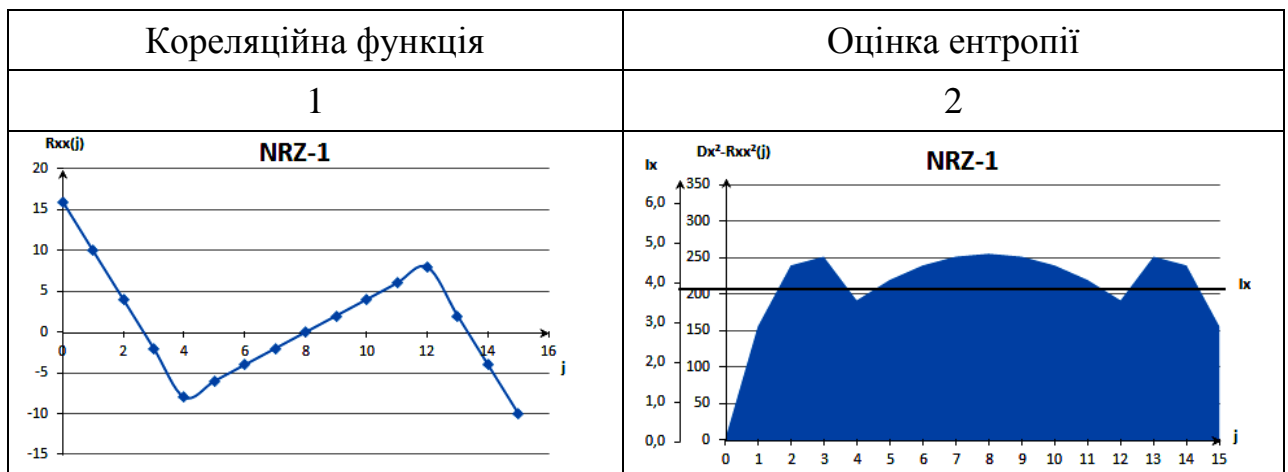
Кореляційні та ентропійні характеристики імпульсних методів маніпуляції



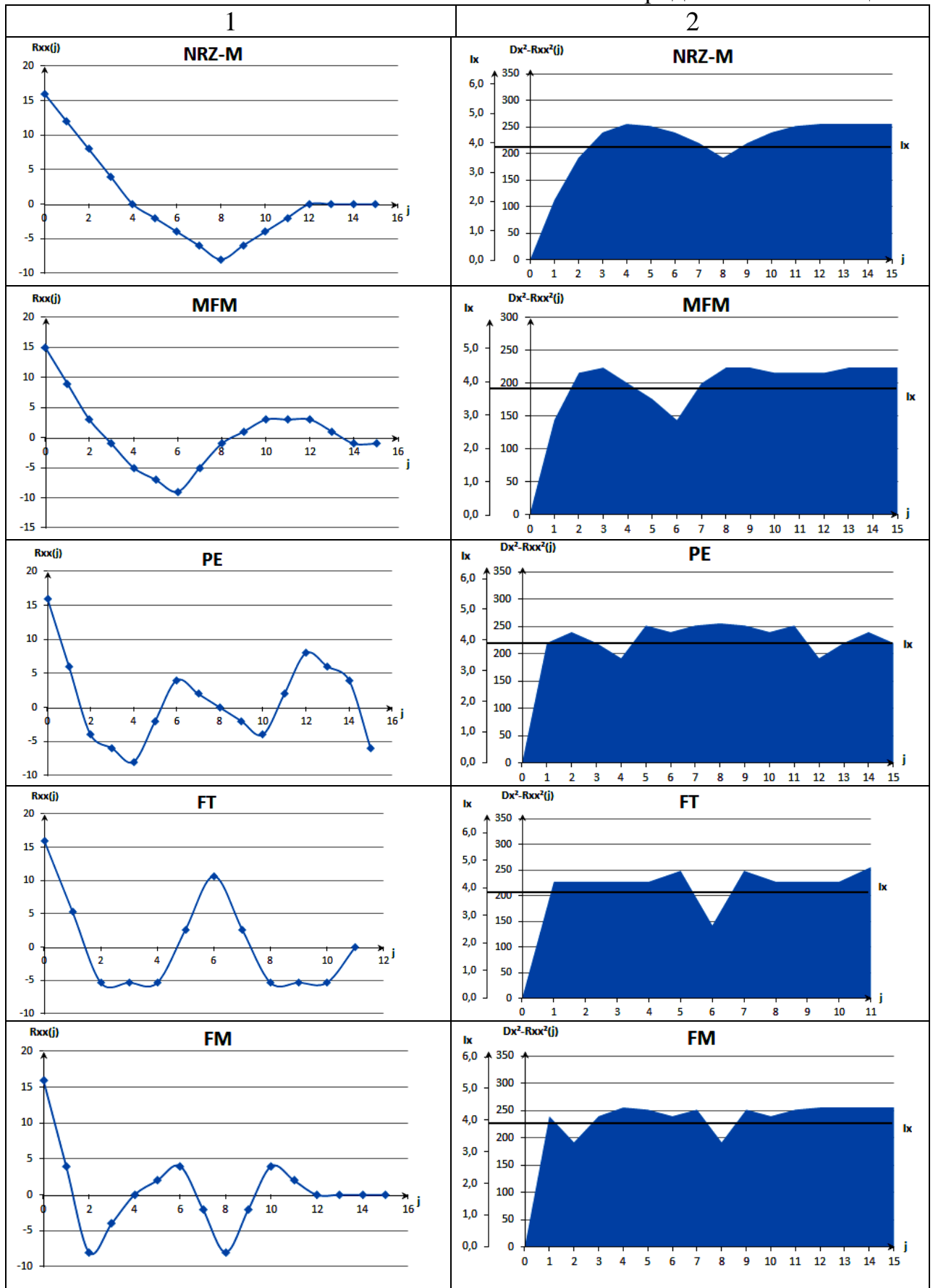


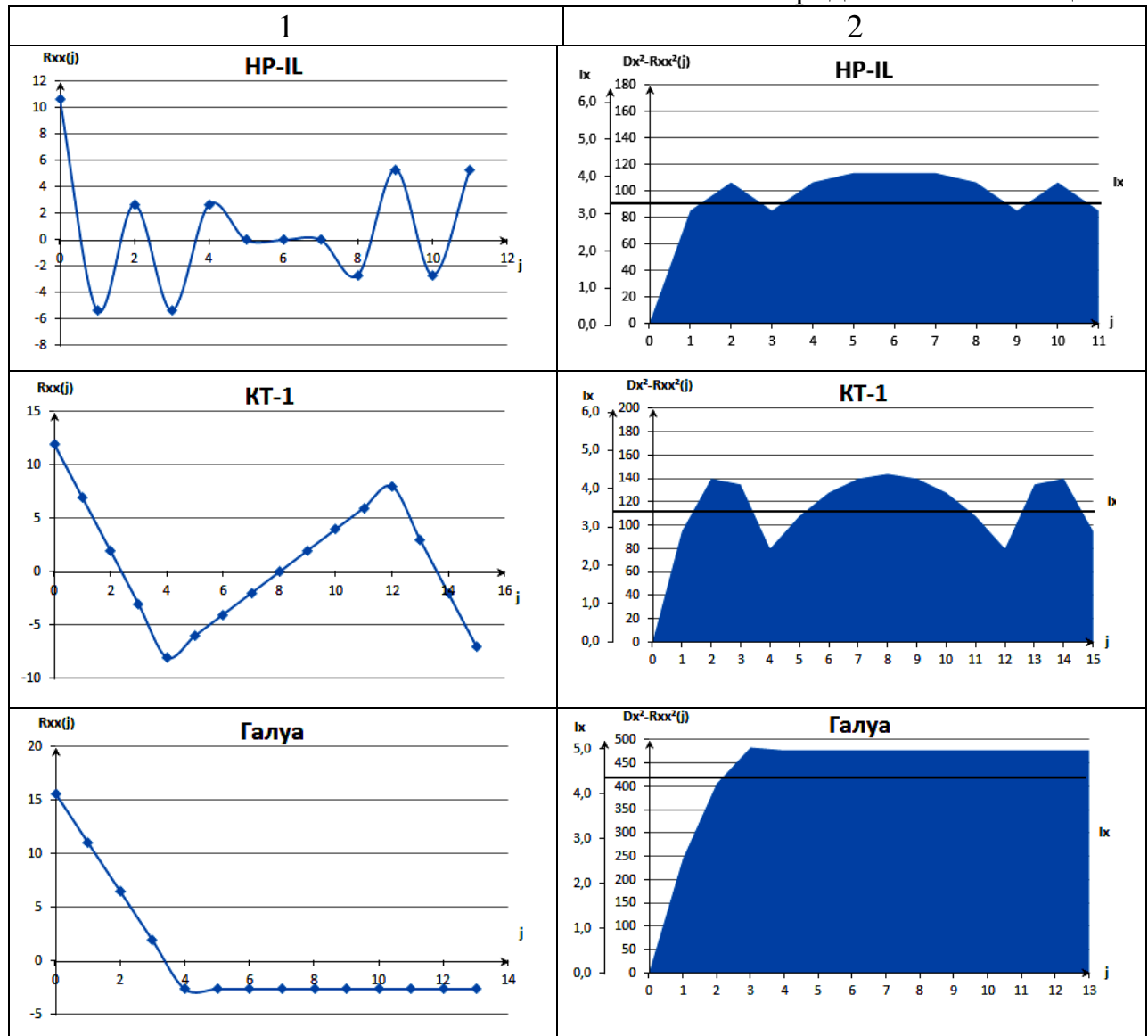
Таблиця 3.7

Ентропійні характеристики потенціальних методів маніпуляції



Продовження таблиці 3.7





Таким чином в результаті проведених досліджень ентропійних характеристик методів маніпуляції сигналів встановлено, що відомі методи маніпуляції сигналів характеризуються меншими значеннями кореляційної міри ентропії в порівнянні з сигналами маніпульованими згідно коду Галуа. Отже розробка методів кодової маніпуляції з високими ентропійними характеристиками доцільно виконувати шляхом максимального наближення біт-орієнтованих послідовностей даних та шумоподібних сигналів (ШПС) до рекурентних властивостей кодів Галуа.

Загальним недоліком відомих методів маніпуляції сигналів є використання 2^k ансамблів, які не дозволяють зменшити надлишковість

старт-стопних сигналів, виключити операції біт-стаффінгу, а також реалізувати квазісимвольну синхронізацію.

3.3 Структура та реалізація алгоритму формування та цифрового опрацювання даних на основі кодовано-маніпульованих сигналів

Розроблена структура системи згідно запропонованого способу формування та цифрового опрацювання даних на основі кодовано-маніпульованих сигналів з високими ентропійними характеристиками зображена на рисунку 3.3, де: 1 – джерело інформації; 2 – каналний кодер; 3,4 – відповідно формувачі бітів Галуа для інформаційних бітів «1» та «0»; 5-8 – відповідно формувачі фронтів наростання і спаду та потенціалів «+» і «-»; 9 – мультиплексор; 10, 12 – пристрої узгодження з каналом; 11 – канал обміну даними; 13, 15 генератори еталонного коду Галуа для «1», «0», тактовні відповідними прийнятими маніпульованими сигналами; 14, 16 – пристрій демодуляції бітів Галуа для інформаційних бітів «1» і «0»; 13, 15 – декодери виявлення та виправлення помилок інформаційних бітів «1» і «0»; 17 – демодулятор з вхідним мультиплексором.

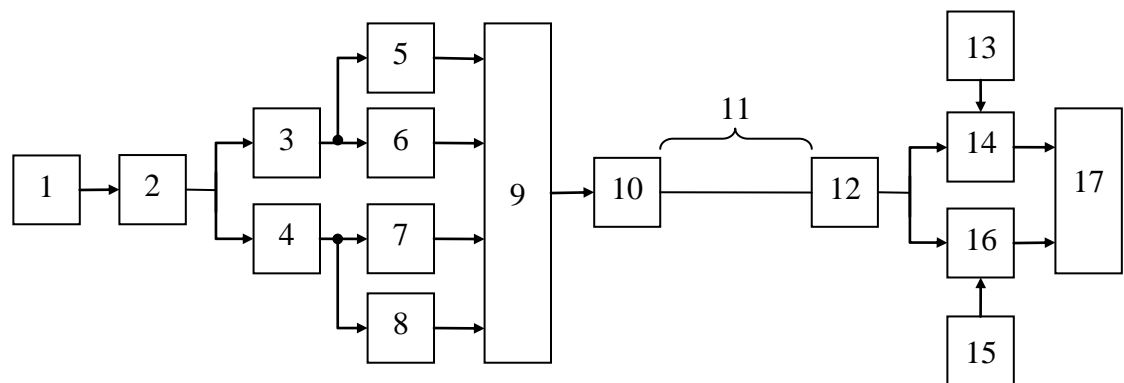


Рисунок 3.3 - Структурна схема реалізації способу формування та цифрового опрацювання даних на основі кодовано-маніпульованих сигналів

Реалізація запропонованого способу програмно-апаратними засобами виконується наступним чином. Пакет даних ДІ 1 кодується в каналному

кодері 2, який здійснює завадостійке кодування, після чого сигнал подається на модулятори чотирьох ознак маніпуляції (рисунок 3.3). При чому для маніпуляції інформаційних бітів «1» використовується формувач 3 бітів Галуа, а для інформаційних бітів «0» формувач 4 бітів Галуа. Далі для формування сигнального коду використовуються формувач 5 фронту наростання (\uparrow), за допомогою якого кодуються біти одиниць коду Галуа для інформаційних бітів «1», формувач 6 фронту спадання (\downarrow), за допомогою якого кодуються біти нулів коду Галуа для інформаційних бітів «1», формувач 7 потенціалу «+», за допомогою якого кодуються біти одиниць коду Галуа для інформаційних бітів «0», формувач 8 потенціалу «-» та за допомогою якого кодуються біти нулів коду Галуа для інформаційних бітів «0». Вихідний сигнал мультиплексора 9 через пристрій узгодження 10 подається в канал обміну даними 11.

Отриманий з каналу обміну даними сигнал після проходження через пристрій узгодження 12, поступає на 13 – пристрій демодуляції бітів Галуа для інформаційних бітів «1» і 14 – пристрій демодуляції бітів Галуа для інформаційних бітів «0». Крім цього за допомогою пристроїв 15, 16 перевірки і виправлення помилок, які використовуючи рекурентні властивості коду поля Галуа виявляють та виправляють помилки для інформаційних бітів «1» і «0» відповідно. Після канального декодування в демодуляторі з мультиплексором 17 отримується сигнал інформаційного повідомлення.

Структурна схема процесорного модуля формування кодовано-маніпульованих сигналів приведена на рисунку 3.4, де МП – мультиплексор, ПУ – пристрій узгодження, Φ – формувачі сигналів .

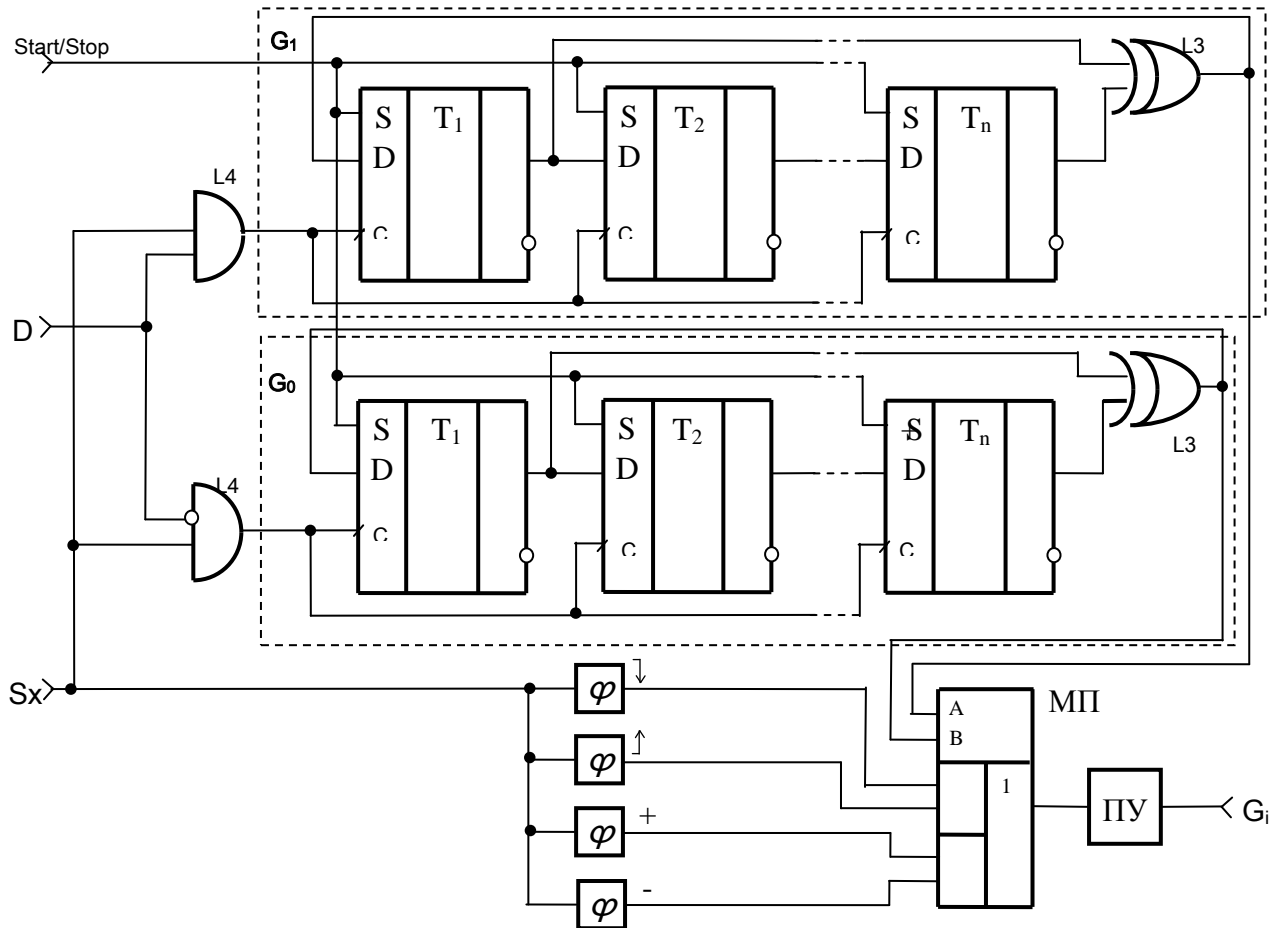


Рисунок 3.4 - Структурна схема процесорного модуля формування кодовано-маніпульованих сигналів

Дана схема реалізує алгоритм функціонування запропонованого способу формування кодованого маніпульованих даних і працює наступним чином.

Процесор містить два 2^k-1 генератори кодів Галуа, які реалізовані на D-тригерах $T_1..T_n$, елементах L_3 «XOR», і елементах L_4 «AND». На початку кожного циклу роботи процесора формується сигнал Start, який встановлює всі тригери кодів Галуа в одиничний стан, після кожного імпульсу синхронізації S_x , логічними елементами L_4 , аналізується біт вхідних даних D . При цьому, якщо $D=1$, імпульсом синхронізації ініціюється такт роботи генератора G_1 , якщо $D=0$, то ініціюється робота генератора G_0 . Таким чином на виході мультиплектора формуються відповідні сигнальні ознаки фронтів наростання/спаду одиничних бітів даних, та сигнальні ознаки потенціалів

«+»/«-». Пристрій узгодження формує сигнали з параметрами стандартних протоколів (RS-232, RS-485 та ін..)

Алгоритм функціонування цифрового опрацювання кодовано-маніпульованих сигналів з виявленням і виправленням помилок, описується наступними програмними модулями, згідно блок-схеми (рисунок 3.5).

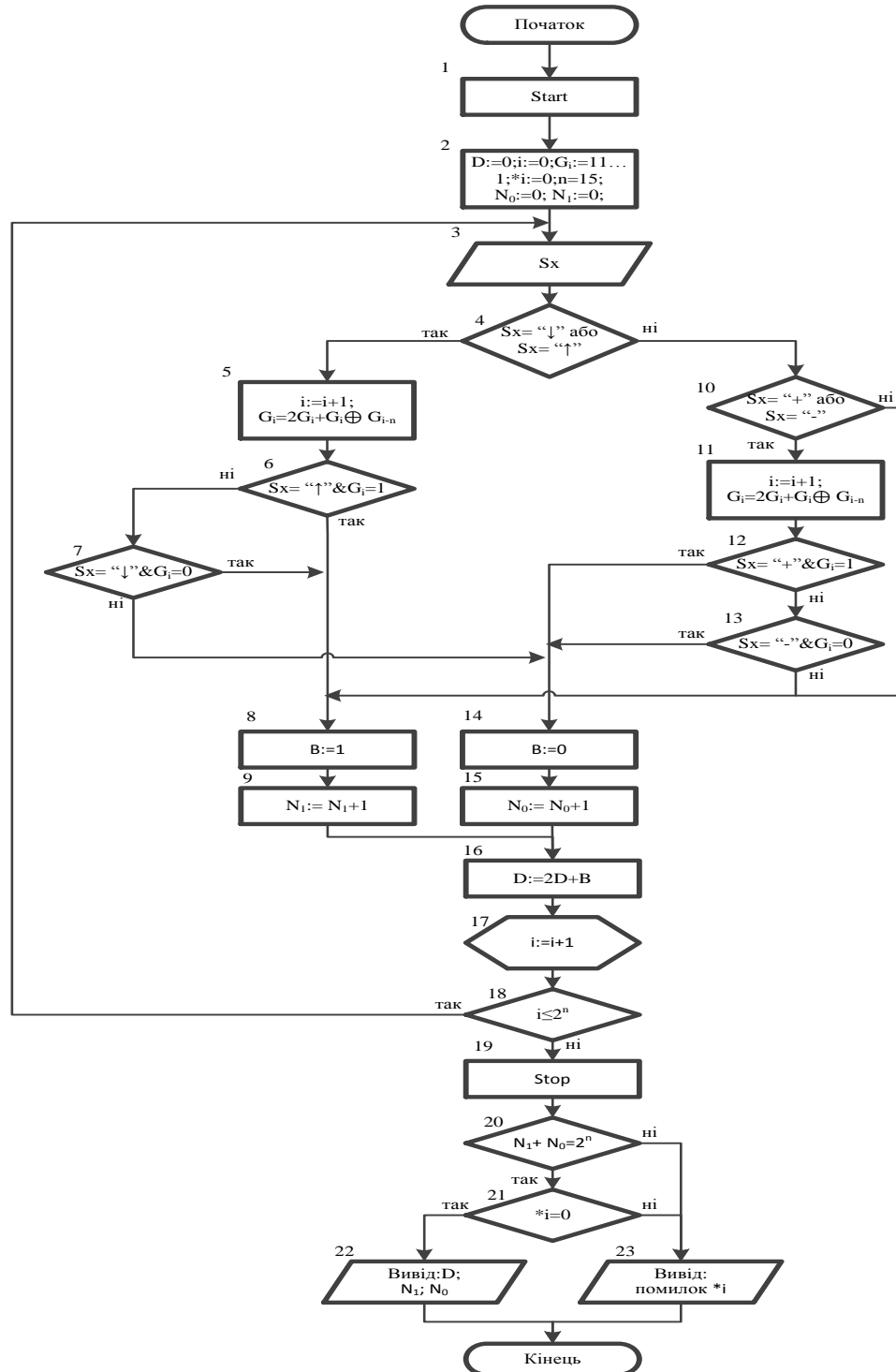


Рисунок 3.5 - Алгоритм роботи спецпроцесорного модуля приймання кодовано-маніпульованих сигналів з виявленням і виправленням помилок

Опис алгоритму роботи:

1, 19, 3 – апаратне формування відповідних старт/стопних та синхронізуючих сигналів;

2 – формування стартової позиції генератора Галуа G_0 і очищення лічильника помилок $*_i = 0$;

4 – розмежування інформаційних потоків згідно сигнальної ознаки фронт наростання/спаду та потенціал «+»/ «-»;

5-8 – виявлення та виправлення помилок в потоці даних представлених фронтом наростання і спаду;

10-14 – виявлення та виправлення помилок в потоці даних представлених потенціалами «+» і «-»;

9, 15, 20 – підрахунок числа прийнятих біт одиниць та нулів (9, 15) та підрахунок загального числа біт прийнятого потоку даних (20);

3-18 – цикл виявлення та виправлення помилок в прийнятому пакеті даних;

20-23 – перевірка наявності помилок в даних та формування вихідного потоку.

Реалізація розробленого алгоритму приймання сигнальних коректуючих кодів є наступним кроком при подальшому вирішенні даної задачі.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вплив світла на життєдіяльність людини

Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світлу відводиться одне із чільних місць. Адже відомо, що майже 90% всієї інформації про довкілля людина отримує через органи зору.

Вплив світла на життєдіяльність людини вивчений досить добре. Воно впливає не лише на функцію зору, а й на діяльність організму в цілому: посилюється обмін речовин, збільшується поглинання кисню і виділення вуглекислого газу. Відомий сприятливий вплив природного освітлення на скелетну мускулатуру.

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків [67]. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски – тимчасове засліплення.

Освітлення виробничих приміщень характеризується кількісними та якісними показниками. До основних кількісних показників відносяться: світловий потік, сила світла, яскравість і освітленість. До основних якісних показників зорових умов роботи можна віднести: фон, контраст між об'єктом і фоном, видимість.

Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати таким вимогам [47]:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно бути засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частотої переадаптації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній, для розрізнення деталей, контраст поверхонь, що освітлюються;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);
- повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути природним, штучним і суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

4.1.1 Природне освітлення

Природне освітлення має важливе фізіолого-гігієнічне значення для працюючих. Воно сприятливо впливає на органи зору, стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин та покращує розвиток організму в цілому. Сонячне випромінювання зігріває та знезаражує повітря, очищуючи його від збудників багатьох хвороб (наприклад, вірусу грипу). Окрім того, природне світло має і психологічну дію, створюючи в приміщенні для працівників відчуття безпосереднього зв'язку з довкіллям.

Природному освітленню властиві і недоліки: воно непостійне в різні періоди доби та року, в різну погоду; нерівномірно розподіляється по площі виробничого приміщення; при незадовільній його організації може

викликати засліплення органів зору. Природне освітлення поділяється на бокове (одно- або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, що здійснюється через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлення.

На рівень освітленості приміщення при природному освітленні впливають такі чинники: світловий клімат; площа та орієнтація світлових отворів; ступінь чистоти скла в світлових отворах; пофарбування стін та стелі приміщення, глибина приміщення; наявність предметів, що заступають вікно як зсередини, так і ззовні приміщення.

Оскільки природне освітлення непостійне впродовж дня, кількісна оцінка цього виду освітлення проводиться за відносним показником – коефіцієнтом природного освітлення (КПО):

$$КПО = \frac{E_{вн}}{E_{зовн}}, \quad (4.1)$$

де $E_{вн}$ – освітленість в даній точці всередині приміщення, що створюється світлом неба (безпосереднім чи відбитим);

$E_{зовн}$ – освітленість горизонтальної поверхні, що створюється в той самий час ззовні світлом повністю відкритого небосхилу.

Нормовані значення КПО визначаються Державними будівельними нормами ДБН В.2.5-28-2006. В основі визначення КПО покладено розмір об'єкта розпізнавання, під яким розуміють предмет, що розглядається або ж його частину, а також дефект, який потрібно виявити.

4.1.2 Штучне освітлення

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим [47]. Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць

(загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань. За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове. Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень в темний період доби. При організації штучного освітлення необхідно забезпечити сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи і одночасно враховувати економічні показники.

Найменша освітленість робочих поверхонь у виробничих приміщеннях регламентується ДБН В.2.5-28-2006 і визначається, в основному, характеристикою зорової роботи. Норми носять міжгалузевий характер. На їх основі, як правило, розробляють норми для окремих галузей промисловості.

В ДБН В.2.5-28-2006 вісім розрядів зорової роботи, із яких перших шість характеризуються розмірами об'єкта розпізнавання. Найбільша нормована освітленість складає 5000 лк (розряд Ia), а найменша – 30 лк (розряд VIIв).

Джерела штучного освітлення та світильники (рисунок 4.1).

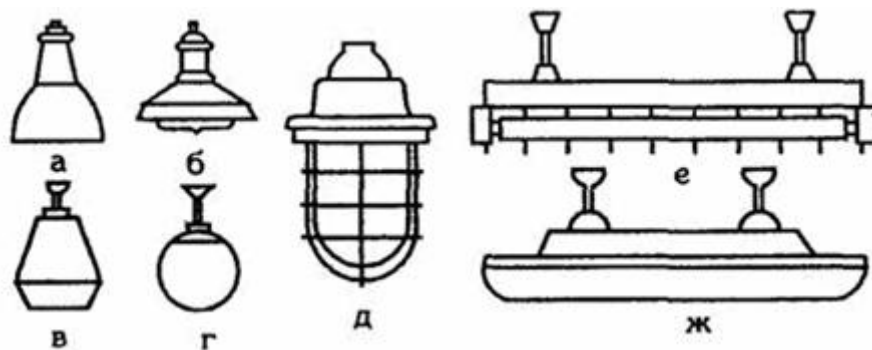


Рисунок 4.1 – Світильники:

На рисунку 4.1 позначено: а – УПД; б – УПМ – 15; в – НСП – 07; г – ПО – 02 (куля молочного скла); д – типу ВЗГ; е – ЛОУ; ж - ПВЛП

Як джерело штучного освітлення широко використовують лампи розжарювання та газорозрядні лампи [67, 68].

Лампи розжарювання відносяться до теплових джерел світла. Під дією електричного струму нитка розжарювання (вольфрамовий дріт) нагрівається до високої температури і випромінює потік променевої енергії. Ці лампи характеризуються простотою конструкції та виготовлення, відносно низькою вартістю, зручністю експлуатації, широким діапазоном напруг та потужностей. Поряд з перевагами їм притаманні і суттєві недоліки: велика яскравість (засліплююча дія); низька світлова віддача (7–20 лм/Вт); відносно малий термін експлуатації (до 2,5 тис. год); переважання жовто-червоних променів в порівнянні з природним світлом; висока температура нагрівання (до 140 °С і вище), що робить їх пожежонебезпечними.

Лампи розжарювання використовують, як правило, для місцевого освітлення, а також освітлення приміщень з тимчасовим перебуванням людей.

Газорозрядні лампи внаслідок електричного розряду в середовищі інертних газів і парів металу та явища люмінесценції випромінюють світло оптичного діапазону спектру.

Основною перевагою газорозрядних ламп є їх економічність.

Світлова віддача цих ламп становить 40–100 лм/Вт, що в 3–5 разів перевищує світлову віддачу ламп розжарювання. Термін експлуатації – до 10 тис. год, а температура нагрівання (люмінесцентні) – 30–60 °С. Окрім того, газорозрядні лампи забезпечують світловий потік практично будь-якого спектра, шляхом підбирання відповідним чином інертних газів, парів металу, люмінофора. Так, за спектральним складом видимого світла розрізняють люмінесцентні лампи: денного світла (ЛД), денного світла з покращеною передачею кольорів (ЛДЦ), холодного білого (ЛХБ), теплого білого (ЛТБ) та білого (ЛБ) кольорів.

Основним недоліком газорозрядних ламп є пульсація світлового потоку, що може зумовити виникнення стробоскопічного ефекту, який полягає у спотворенні зорового сприйняття об'єктів, що рухаються, обертаються. До недоліків цих ламп можна віднести також складність схеми включення, шум дроселів, значний час між включенням та запалюванням ламп, відносна дороговизна.

Світильник – це світловий прилад, що складається із джерела світла (лампи) та освітлювальної арматури (рисунок 4.1). Освітлювальна арматура перерозподіляє світловий потік лампи в просторі або перетворює його властивості (змінює спектральний склад випромінювання), захищає очі працівника від засліплюючої дії ламп. Окрім того, вона захищає джерело світла від впливу навколишнього пожежо- та вибухонебезпечного, хімічно-активного середовища, механічних ушкоджень, пилу, бруду, атмосферних опадів.

Основними світлотехнічними характеристиками світильників є [47]: світлорозподілення, крива сили світла, коефіцієнт корисної дії та захисний кут.

Залежно від конструктивного виконання розрізняють світильники: відкриті (лампа не відокремлена від зовнішнього середовища), захищені (лампа відокремлена оболонкою, що не перешкоджає вільному надходженню повітря), закриті (оболонка захищає від проникнення всередину світильника великих частин пилу), пилонепроникні, вологозахищені, вибухобезпечні та підвищеної надійності проти вибуху.

Невідповідність світлотехнічних характеристик світильника розмірам та характеру обробки освітлюваного приміщення викликає зростання встановленої потужності, зниження якості освітлення. В свою чергу, невідповідність конструктивного виконання світильника умовам середовища в приміщенні знижує довговічність і надійність роботи освітлювальної установки (агресивне, вологе, запилене середовище), а в окремих випадках може спричинити пожежу чи вибух. Тому світильники повинні бути з

необхідним ступенем захисту від умов зовнішнього середовища в місцях встановлення. Особливо жорсткі вимоги щодо цього стосуються світильників, які встановлюються у вибухо- та пожежо-небезпечних приміщеннях.

4.2 Розрахунок виробничого освітлення

Для розрахунку штучного освітлення використовують 2 методи: метод використання світлового потоку - розраховують загальне освітлення приміщення [69, 70]; точковий метод - розраховують місцеве освітлення та освітлення вертикальних й нахилених поверхонь [71].

За допомогою методу використання світлового потоку розрахуємо загальне освітлення приміщення розміром: довжина $A=120\text{м}$, ширина $B=80\text{м}$, висота $H=10,8\text{м}$. Коефіцієнти відбиття стелі - 50%, стін - 30%. Для освітлення використані світильники з лампами типу ДРЛ. Для розрахунку системи освітлення необхідно вибрати схему розташування світильників й, виходячи зі схеми, визначити їх кількість. Найбільш часто використовуються схеми квадратного або прямокутного розміщення світильників.

Таблиця 4.1 - Оптимальні відносні відстані між світильниками

| Типова крива сили світла світильника | Рекомендоване відношення L/H_p | Приклади використання |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| Концентрована | 0,4 ... 0,7 | Світильники з лампами ДРЛ, високі приміщення (12 ... 18 м) |
| Глибока | 0,8 ... 1,2 | Світильники з лампами ДРЛ, високі приміщення (6 ... 15 м) |
| Косинусна | 1,2 ... 1,6 | Світильники з лампами ДРЛ, Глибоковипромінювач*, приміщення (6 ... 7 м) |
| Рівномірنا | 1,8 ... 2,6 | Світильники Універсаль*, Люцета*, невисокі приміщення (до 6 м) |
| Напівширока | 1,4 ... 2,0 | Світильники з люмінесцентними лампами, невисокі приміщення (до 6 м) |

Примітка. * Світильники з лампами розжарювання.

Відстань між світильниками L визначаємо за даними таблиці 4.1, у якій наведені оптимальні відношення L до висоти підвісу світильника H_p над робочою поверхнею. За величиною L для даної схеми розташування світильників визначають кількість світильників по довжині й ширині приміщення, а також їх загальну кількість - n .

Висота підвісу світильника у нашому випадку складає $H_p = 10$ м (висота робочої поверхні приймаємо 0,8 м).

Для світильника з лампами ДРЛ та високих приміщень ($H = 10,8$ м) за таблицею 4.1 приймаємо оптимальне відношення відстані між світильниками L до висоти підвісу світильника H_p над робочою поверхнею рівним 0,8 та знаходимо L

$$L = 0,8 H_p = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ м.}$$

Розрахуємо кількість світильників для прямокутного розміщення їх у приміщенні. Кількість світильників по довжині цеху:

$$n_A = A / L = 120 / 8 = 15 \text{ шт.}$$

Кількість світильників по ширині приміщення:

$$n_B = B / L = 80 / 8 = 10 \text{ шт.}$$

Загальна кількість світильників:

$$n = n_A \cdot n_B = 15 \cdot 10 = 150 \text{ шт.}$$

За методом коефіцієнта використання світлового потоку визначають необхідний світловий потік однієї лампи за формулою

$$F_n = \frac{100 E_n S K Z}{\eta} \quad (4.1)$$

де E_n - нормоване значення освітленості горизонтальної робочої поверхні;

S - площа приміщення, m^2 ;

K - коефіцієнт запасу, $K = 1,5$;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення (при розташуванні світильників рядами приймають 1,1);

η - коефіцієнт використання світлового потоку;

n - кількість світильників;

Нормована освітленість для виробничого приміщення при використанні ламп ДРЛ (газорозрядні лампи складає 300 лк, коефіцієнт запасу - 1,3.

Коефіцієнт використання світлового потоку лампи залежить від типу світильника, коефіцієнтів відбиття стелі $\rho_{ст}$ і стін ρ_c , індексу приміщення.

Індекс приміщення знаходимо за формулою

$$i = \frac{AB}{h_p (A + B)}, \quad (4.2)$$

де A, B - довжина й ширина приміщення, м;

h - висота підвісу світильника від рівня робочої поверхні, м.

В нашому випадку індекс приміщення складає

$$i = \frac{120 \cdot 80}{10(120 + 80)} = 4,8.$$

Коефіцієнт використання світлового потоку для світильників з лампами ДРЛ (коефіцієнти відбиття стелі - 50%, стін - 30%) складає 70%.

Розраховуємо за формулою (4.1) світловий потік для однієї лампи:

$$F_{л} = \frac{100 \cdot 300 \cdot 120 \cdot 80 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{70 \cdot 150} = 39223 \text{ лм.}$$

Вибираємо найближчу стандартну лампу, причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на (-10) - (+20)%. При неможливості вибрати лампу з таким наближенням коректується кількість ламп у світильнику n , або кількість світильників.

У нашому випадку необхідно взяти 2 лампи: ДРЛ-700 ($F_{л} = 33000$ лм, $W_{л} = 700$ Вт) та ДРЛ-125 ($F_{л} = 4800$ лм, $W_{л} = 125$ Вт).

Визначаємо фактичну освітленість:

$$F_{факт} = \frac{F_{факт} E_n}{F_{л}} = \frac{(33000 + 4800)300}{39223} = 289 \text{ лк.}$$

Відхилення фактичної освітленості від нормованої складає 4%, що відповідає вимогам.

Визначаємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$W = (700+125)150 = 123,75 \text{ кВт.}$$

Розрахована система загального освітлення забезпечує виконання нормативних вимог.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі розроблено алгоритм та метод обчислення ентропії. Для цього було проведено дослідження щодо визначення терміну та поняття "інформація", проаналізовано його властивості та види. Встановлено взаємозв'язок між інформацією, повідомленням, даними та ентропією, що дозволило перейти до визначення інформаційної міри інформації та встановлення її характеристик та вимог.

В роботі обґрунтовано теоретичні засади та виконана систематизація ентропійних оцінок інформаційних даних, в результаті чого встановлено найбільш інформаційні, функціональні та системні характеристики різних інформативних оцінок ентропії:

- Хартлі, верхня оцінка об'єму інформаційних даних, яка враховує статистичні характеристики ДІ, а також закону розподілу даних;

- Колмогорова, яка представляє уточнену оцінку міри Хартлі, через задання діапазону зміни станів ДІ до кроку квантування, який більший 1. Але не враховує ні статистичні характеристики, ні закон розподілу;

- Шеннона, оцінка, яка наближається до власної ентропії ДІ шляхом врахування закону розподілу даних на основі ймовірнісних характеристик, але не реагує на зміну кореляційних марківських та спектральних характеристик ДІ;

- Боюна, диференціальна міра ентропії у вигляді відношення середнього до максимального значення похідних зміни кількості станів ДІ, яка враховує крім діапазону станів ДІ і оцінку верхньої спектральної складової;

Николайчука, яка розраховується на основі АКФ, враховує марківські, спектральні та кореляційні характеристики і в найбільшій степені, наближається до власної ентропії.

Проведено дослідження кореляційних та ентропійних характеристик відомих існуючих імпульсно-потенціальних методів маніпуляції на основі розрахунку автокореляційної міри ентропії

Розраховані оцінки кореляційної ентропії аналітично заданих сигналів, в результаті встановлено, що М-сигнали та коди Баркера, характеризуються найвищою кореляційною ентропією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академик В.М.Глушков - пионер кибернетики / Составитель В.П.Деркач. - К.: Издательство Юниор, 2003. - 384 с.
2. Камша В. П Узагальнена кібернетика: монографія / В. П. Камша, Л. С. Камша, Ю.В. Камша. - Л. : СПОЛОМ, 2013. - 527 с
3. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. - М.: ил, 1963. - 830 с.
4. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине; или Кибернетика и общество/ 2-е издание. - М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. - 344 с.
5. Храмов Ю. А. Бриллюэн Леон // Физики: Биографический справочник / Под ред. А. И. Ахиезера. - Изд. 2-е, испр. и дополн. — М.: Наука, 1983. - С. 46. - 400 с.
6. Росс Эшби У. Введение в кибернетику. - М.: ИЛ, 1959. - 432 с.
7. Моль Абраам Социодинамика культуры: Пер. с фр. / Предисл. Б.В. Бирюкова. Изд. 3-е. - М.: Издательство ЛКИ, 2008. - 416 с.
8. Яглом Я.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. М., Наука, 1973. 512с.
9. Про інформацію: Закон України від 02.10.1992 р. // Відомості Верховної Ради України. – Київ: 1992. – № 48. – 650.
10. Вернадский Владимир Иванович. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский ; сост. Н. А. Костяшкин, Е. М. Гончарова. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 575 с.
11. Дубровский Д. И. Зачем субъективная реальность, или «почему информационные процессы не идут в темноте?» // Вопросы философии. - 2007. - № 3. - С. 90-104.
12. Cherry С. On human communication. - N.-Y., 1957. - P.154.
13. Махлуп Ф. Производство и распространение знаний в США. - М., 1966. - С.36-37.

14. Коган В.З. Теория информационного взаимодействия: Философско-социологические очерки. — Новосибирск: Изд-во Новосибирск. ун-та, 1991. - С. 18.
15. Шрейдер Ю. А. Ранговые распределения как системное свойство // Математическое описание ценозов и закономерности техники. Вып. 1 и вып. 2. "Ценологические исследования". Ред. и сост. Кудрин Б. И. Абакан: Центр системных исследований. - 1996. С. 33 - 42.
16. Захаров В.П. Информационные системы (документальный поиск): Учебное пособие / В.П.Захаров. - СПб.: СПб.гос университет, 2002. - 188с.
17. Згуровський М.З., Коваленко І.І., Михайленко В.М. Вступ до комп'ютерних інформаційних технологій: Навч.посіб. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2000.- 265 с.
18. Информатика. Базовый курс/ Симонович С.В. и др.- СПб.: Питер, 2000.- 640с.:ил.
19. Лук'янова В.В. Комп'ютерний аналіз даних: Посібник. – К.: Видавничий центр „Академія”, 2003. – 344с.
20. Николайчук Я.М. Теорія джерел інформації. / Видання друге, виправлене/ – Тернопіль: ТЗОВ “Терно-граф”, 2010. – 536 с.
21. Беддел, П. Сети. Беспроводные технологии / П. Беддел; пер. с англ. – М.: ИТ Пресс, 2008.– 441с.
22. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов – СПб.: Питер, 2002. – 608с.
23. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер.с англ./Под ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 598 с.
24. Вилльям Столлингс. Беспроводные линии связи и сети. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2003. – 640с.
25. Воронич А.Р. Методи формування сигналів зі змінною ентропією для провідних і безпроводних комп'ютерних систем // Вісник Хмельницького національного університету, Хмельницький, - 2009, №4 С.149–152.

26. Макаров С.Б. Передача дискретных сообщений по радиоканалам с ограниченной полосой пропускания/ С.Б Макаров, И.А. Цикин /. – М.: Радио и связь, 1986. – 304с.
27. Колмогоров А.Н. Теория передачи информации – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 15с.
28. Николайчук Я.М. Теоретичні основи мір ентропії та їх застосування в інформаційних технологіях формування та опрацювання сигналів/ Я.М. Николайчук, А.Р. Воронич // Оптико–електронні інформаційно–енергетичні технології. Міжнародний науково–технічний журнал. – 2010. –№1(19). – С.50–64.
29. Теория информации и её приложения (сборник переводов под ред. А. А. Харкевича) / Дж. Заде, Р. Хартли, К. Шеннон и др. М.: Физматгиз, 1959. – 328 с.
30. Ипатов В. широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. принципы и приложения (Spread Spectrum and CDMA: Principles and Applications) / Ипатов В. – М.: Техносфера, 2007. – 488с.
31. Кудряшов Б. Теория информации: учеб. для вузов. – Спб.: Питер, 2009. – 302с.
32. Ричард Рид. Основы теории передачи информации (The Essence of Communications) – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2005. – 304с.
33. Оливер Б. Эффективное кодирование/Теория информации и её применение/Под ред. А.А.Харкевича. – М.: Физматгиз, 1959. – С.159–190.
34. Миддлтон Д. Введение в статистическую связи. – М.: Советское радио, 1961. – 768с.
35. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: в 2-х кн. / Прэтт У.; пер. с англ. Д. С. Лебедева. – М.: Мир, 1980.
36. Боюн В.П. Динамическая теория информации. Основы и приложения. – К: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, 2001 – 326с.
37. Ивахненко А. Г., Лапа В. Г. Предсказание случайных процессов. – К.: Наук. думка, 1971. – 416 с.

38. Мельник А.О. Програмовані процесори обробки сигналів / А. О. Мельник. - Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2000. – 57 с.
39. Хартли Р.Л. Передача информации // Теория информации и ее приложения. – М., 1959. – 350с.
40. Колмогоров А.Н. Теория передачи информации: Сес. АН СССР по науч. пробл. автоматизации пр–ва. Пленар. заседания. – М.: Изд–во АН СССР, 1957. – 15с.
41. Longo G. Quantitative–qualitative measure of information. Inetrnat. Center of mechan. Sciences(Sommerkurs in Undient)/ Springer–Verlag, 1972.
42. Shults G/ Informations theorie mit Bewertung. Wiss/Zeitschrift d. Humbold Univer. Berlin XX – 1971.S.175–183.
43. Оливер Б. Эффетивное кодирование/Теория информации и её применение/Под ред. А.А.Харкевича. – М.: Физматгиз, 1959. – С.159–190.
44. Харкевич А.А. Спектры и анализ. – М.: ГИТТЛ, 1957.– 280 с.
45. Боюн В.П. Динамическая теория информации. Основы и приложения. – К: Ин–т кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, 2001 – 326с.
46. Николайчук Я.М. Теоретичні основи формування ентропійних моделей на базі кореляційних функцій // Я.М.Николайчук, І.О.Сабадаш, А.І.Сегін //Інформаційні технології і системи. –Науково–технічний журнал.– Львів.– 2002.– Т.5.–№ 1–2.– С.18–21.
47. Я.М. Николайчук. Теорія та процесори визначення інформаційної міри ентропії на основі кореляційних функцій / Я.М. Николайчук, І.О. Погонець, А.Р. Воронич, І.Б. Албанський // Науковий вісник Чернівецького університету. Комп'ютерні системи та компоненти. – 2011 р. – Т2. – Вип. 2. С. 37–44.