

УДК 519.2:621.391:004.056.5

**ОСНОВИ ЗАХИСТО – ОРІЄНТОВАНОЇ ТЕОРІЇ ІНФОРМАЦІЇ.
Частина 1. «ІНФОРМАЦІЯ». ФУНКЦІОНАЛЬНО ПОВНИЙ
НАБІР АБСТРАКТНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МАШИН**

КОНОНОВИЧ В.Г

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

**THE BASIS OF SECURITY - ORIENTED INFORMATION THEORY.
Part 1. The «INFORMATION». FUNCTIONALLY COMPLETE
SET OF ABSTRACT INFORMATIVE MACHINES**

KONONOVICH V.G.

National Academy of Telecommunication n.a. O.S. Popov

***Анотація.** Представлено уявлення і положення теорії інформації, важливі у сфері інформаційної безпеки. Дано семантико – морфологічний аналіз поняття інформації. Запропоновано розрізняти поняття інформа, інформація. Запропоновано уточнювати поняття для функціональних класів інформації за допомогою абстрактних інформаційних машин.*

***Abstract.** Presentation and positions of information theory, important in the field of informative safety, is represented. Semantic and morphological interpretation of concept of information is given. It is suggested to specify a concept for the functional classes of information by abstract informative machines.*

ВСТУП

Становлення та розвиток інформаційного суспільства характеризується можливістю та спроможністю держави створювати умови для вільного доступу своїх громадян до інформаційних ресурсів, умінням захищати національні інформаційні ресурси, інтереси особи, суспільства та держави у цілому від внутрішнього і зовнішнього негативного впливу. У сфері захисту інформаційних ресурсів необхідно забезпечувати надійне, безпечне функціонування національної інформаційної інфраструктури та її подальший ефективний розвиток. Розгляд змісту поняття «інформація» має як наукове так і конкретне прагматичне значення та стає все більш актуальним з огляду на посилення ролі інформації у всіх сферах діяльності людини, суспільства та держави і необхідності забезпечення інформаційної безпеки для стійкого й безпечного їх розвитку.

Незважаючи на колосальні успіхи теоретичної та технічної кібернетики, теорія інформації ще має багато нерозкритих таємниць, тому залишається недосконалою і не в повній мірі відповідає темпам і рівню розвитку постіндустріального суспільства, виробництва і культури. Важливим стає також прочитання теорії інформації з позицій інформаційної безпеки.

У постіндустріальному інформаційному суспільстві інформація відіграє вирішальну роль. Інформація є сировиною, засобом виробництва, продуктом і товаром інформаційного суспільства. Інформацію вважають об'єктивною реальністю поряд з матерією і енергією. Але парадоксальним є те, що спроби формалізації поняття «інформація» за його широкої чи, навпаки, більш вузької та більш корисної у якому не будь сенсі трактовці, не привели, поки що, до досить повної, закінченої, прийнятної усім строгої теорії інформації.

Першим формалізацію поняття «інформації» та її класичну кількісну міру ввів Клод Шенон, а ще раніше, для детермінованих процесів – інженер-зв'язківець Р.В.Л. Хартлі. Апарат теорії інформації успішно розвивався працями вчених – В.М. Глушкова, А.А. Харкевича, А.Н. Колмогорова, Л.Р. Стратоновича, І.Б. Новика,

І.М. Когана, А.Д. Урсула, П. Шамбадаль, М.В. Волькенштейна, Е.А. Седова, Л. Бриллюен, А.І Оксака, У.Р Ешбі, Р.П. Поплавського, А.М. Яглом, а останніми роками – В.Б. Вяткіна, О.Л. Шаміса, А.Л. Голіцина, В.М. Петрова, І.І. Шмальгаузена, Д.С. Чернавського, С.Я. Янковського та ін.

З точки зору інформаційної безпеки треба знати, що таке «інформація» не лише у стохастичних (за Шеноном) та алгоритмічних (за Колмогоровим А.Н.) системах, а й у кібер - технічних, біологічних, соціальних та соціально - технічних системах. Треба знати, як вимірювати, чи як оцінювати інформацію в усіх випадках. Корисно виявити властивості інформації та інформаційних процесів, які впливають на інформаційну безпеку систем.

Все більш зримим і все більш впливаючим фактором життя людей стає «віртуальна реальність», яка досліджується у працях Є.Ф. Асадулліна, Є.Є. Таратута, Myron W. Kueger, А.В. Россохіна, В.Л. Ізмагурова, Н.А. Носова та ін.

Огляд практично безмежної кількості наукових публікацій з даної тематики повністю провести неможливо за браком місця. Звернемо увагу лише деякі нові роботи, важливі для даної тематики. К.К. Колін дав обґрунтовану критику антропоцентричного методологічних підходів в інформатиці [1], Г.И. Хохлов розробив комбінаторну теорію інформації [2], Д.С. Чернавський виклав основи динамічної теорії інформації [3]. Незважаючи на глибину теоретичних і практичних досліджень цих та численних інших авторів вирішення вказаних проблем залишаються незавершеними.

Загальною метою роботи, яка складається з трьох частин, є викладення основ загальної теорії інформації з позицій сфери інформаційної безпеки, здійснення спроби дати загальні визначення, класифікацію, міри та основні властивості інформації, як одного з об'єктів захисту, скласти ієрархічну систему інформаційних теорій, а також надати систематичне викладення основ інформаційної теорії відкритих систем, які важливі з позицій інформаційної безпеки

Метою даної частини роботи є вирішення завдань: семантичного та морфологічного аналізу поняття «інформація»; уточнення поняття інформація шляхом переліку її властивостей та функціонально повного набору відповідних математичних або імітаційних моделей інформаційних процесів та систем, тобто набору абстрактних інформаційних машин.

СЕМАНТИКО – МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СЛОВА «ІНФОРМАЦІЯ»

Мета семантико-морфологічного аналізу полягає у фіксації первісного смислу слова «інформація», якого слід дотримуватись далі в усіх його визначеннях. За словами Л. фон Берталанфі: «Використання термінів у тому смислі, який первісно укладався в них авторами – мудре правило у природничих науках» [4, с. 12]. Якщо сучасне розуміння слова «інформація» в процесі свого історичного розвитку перетерпіло значні зміни і розуміння цього терміну стало далеким від його власного значення, то можливо потрібно ставити задачу підбору більш доречних слів для позначення тих чи інших інформаційних явищ. «Є сенс використовувати слово у його більш вузькому, але чітко визначеному смислі, ... при цьому виявляються певні обмеження, про які часто забувають» [4, с. 12].

Незважаючи на стародавність самого феномену «інформація», відповідний термін у різні епохи мав різні трактування і позначався різними словами.

Історично можна виділити поняття «інформація»: прапервісне, первісне, сучасне і майбутнє. Поняття «інформація» виникло як прапервісне поняття у процесі розвитку мови, спілкування та духовної діяльності людини, далі вже первісне поняття формувалось під впливом розвитку писемності, у середні віки – книгодрукування та обміну знаннями і таким протрималось до середини ХХ сторіччя, до кібернетичної

епохи. Вже в кібернетичну епоху термін «інформація» введено у самий широкий вжиток Клодом Шеноном.

Сучасні словники дають походження слова «інформація» від латинського *informatio*, що переводять як роз'яснення, повідомлення, а українською – інформування. З появою писемності під інформацією, з сучасної точки зору розуміли відомості, які передаються людьми усним, письмовим або іншим способом.

Тим часом, академік Е.А.Єрофєєв [5, с. 16] звернув увагу на цікаву особливість етимології самого слова «інформація»: у його старих значеннях слова «інформація» були значно сильніше відображена його властивість – момент активності. Прапервісне поняття інформації було досить багатозначним і утворювалось від лат. *in - formo* – надавати вигляд, форму, властивості, формувати, створювати, робити; утворювати, ліпити; упорядковувати, організовувати; навчати, виховувати; будувати, складати; а також, мислити, уявляти.

Іншими словами, до XIV століття слово «інформація» учинялось інакше – від слів «*in*» – в та «*forma*» – форма, тобто інформація це те, що вносить форму. Це краще виражало інтенсивне начало, яке характерне для інформації, коли воно існує у вигляді послань (*message*), повідомлень. В XIV столітті так називали божественне «програмування» – вкладання душі та життя у тіло людини [6]. Багатозначність поняття певно символізувало могутність і всеосяжність первородного Творця.

Згодом, з появою і внаслідок глибокого впливу книгодрукування, первісне поняття змістилось, звузилось, його стали виводити від лат. *informatio* – роз'яснення, викладення, тлумачення; повідомлення, освічення, ознайомлення і воно стало включати *передачу знань за допомогою книг та відомості, передані одними людьми іншим людям усним, письмовим або яким-небудь іншим способом.*

«Інформатором» у XIX столітті називали домашнього вчителя, а «інформацією» - навчання, наставляння. У такій трактовці терміну «інформація» все ще відображена дія, яка активно вносить дещо нове в інший об'єкт, проявляється у перетворенні відносин, а також може проявлятися у організуючих або деструктивних діях.

Первісне розуміння інформації як відомостей збереглося аж до середини 20 століття. Просте, й зрозуміле кожному, визначення *інформації* знаходимо у Словнику російської мови С.І. Ожегова, видання 1987 р.: 1) *відомості про навколишній світ і процеси, що протікають у ньому* (нині до такого визначення обов'язково додається: *«які сприймаються людиною (а також будь-яким живим організмом), управляючими машинами та іншими інформаційними системами у процесі життєдіяльності й роботи»*); 2) *повідомлення, що інформують про положення справ, про стан чого-небудь.* Первісний підхід просліджується у багатьох практичних напрямках та на побутовому рівні. Маємо такі різновиди цих визначень: *будь-які відомості про які-небудь раніше невідомі об'єкти; змістовний опис об'єкта або явища; зміст сигналу, повідомлення; відомості про осіб, предмети, факти, явища і процеси, що не залежать від виду їхнього представлення.*

У до кібернетичну епоху, на етапі телекомунікаційної інформаційної революції, самостійно, разом з розвитком телеграфного, телефонного та радіо зв'язку, розвивався сигнальний підхід до поняття інформації та інформаційних процесів. Як теорія сигнальний підхід остаточно оформився разом із введенням кількісних мір інформації в кібернетичну епоху. Під *інформацією в техніці розуміють повідомлення, передані у формі знаків або сигналів.* Сигнальна теорія інформації наслідує і розвиває первісні погляди на інформацію. Вона широко використовуються у природничих та технічних науках.

Сучасна теорія інформації виникла у кібернетичну епоху, як апарат і фундамент теорії зв'язку. *Класична кількісна теорія інформації складається з двох частин: а) теорії*

перетворення повідомлень і сигналів, основну частку якої складають питання кодування і декодування, та б) власне теорії передачі повідомлень і сигналів без шумів і із шумами (з перешкодами) у каналі зв'язку.

Основним твердженням теорії, що впливає на розуміння змісту терміну «інформація», є твердження, що носієм повідомлення або інформації є сигнал. Інформація еквівалентна за визначенням повідомленню. Їм надаються *кількісна і якісна міра*. Іншими словами, вводиться кількість інформації або кількість повідомлень, швидкість передачі сигналів та швидкість передачі інформації і, по можливості, кількість семантики в інформаційній посилці.

Можливість існування власного змісту повідомлення визначається його інтерпретацією в передавачі і приймачі. Предметом вивчення, в даному випадку є сигнальна складова, тобто характеристики сигналу, за допомогою якого відображається (переноситься) повідомлення.

Поняття повідомлення й інформації іноді розділяють. Ясно, що якщо повідомлення не знімає невизначеності, то воно не містить смислової інформації, якщо ж повідомлення дозволяє більш точно задати предмет, то в повідомленні міститься інформація.

Сучасне слово «інформація» має корінь «форм - а», префікс «*ін -*» та суфікс «*- ація*». Останній застосовується переважно в словах іноземного походження.

Слово «форма» надзвичайно багате своїми значеннями і стосується буквально усього. Форму може мати (або «існувати у формі») матерія (речовина, поле), структура (система) та процес, рух матерії, явище, суспільна свідомість тощо. Так, згідно словника іноземних слів [7, с. 692] форма (лат. *forma*) – це: 1) зовнішній вид, зовнішній обрис, контур предмета; 2) устрій, структура чого-небудь, система організації чого-небудь, наприклад, форма правління, державного устрою; 3) встановлений зразок чого-небудь, шаблон; 4) одяг, встановленого зразка, наприклад, військовий; 5) (у переносному смислі) видимість чого-небудь, формальність; 6) у литті – пристрій для придання напіврідкому металу або пластичній масі певного контуру; 7) у типографії – будь-яка поверхня з рельєфним поглибленням чи іншим зображенням, призначеним для друку, зокрема типографський набір, поміщений у рамку; 8) у лінгвістиці – засіб зовнішнього вираження граматичних категорій, взаємовідношення слів і речень; 9) у алгебрі – однорідний багаточлен від декількох змінних; 10) у геометрії – будь-який з елементів простору, тобто точка, лінія, площина, фігура, а також їх сполучення.

Енциклопедичний словник [8, с. 1417] додає ще значення: 11) зовнішнє вираження якого-небудь змісту; 12) сукупність прийомів та образотворчих засобів художніх творів, наприклад, форма вірша; 13) у філософії Арістотеля – форма (*ейдос, морфе*) це специфічний принцип речі, її сутність, мета і рушійна сила, ... субстрат змін. В свою чергу філософський словник [9, с. 434] роз'яснює, що форма це: 14) спосіб існування і вираження різних модифікацій змісту (сутності), а зміст (сутність) це певним чином упорядкована сукупність елементів і процесів, які створюють предмет чи явище; 15) внутрішня організація змісту (сутності) – структура, яка модифікується, змінюється в залежності від зміни змісту.

Детальний розгляд слова «форма» дає можливість виводити значення похідних слів і дати прості визначення поняття «інформа», яке пропонується ввести у обіг, та поняття «інформація», яке пропонується утворювати від слова «інформа». Таким чином, доходимо висновку, що слід поновити первісне утворення слова «інформа» та розрізнити слова «інформа» та «інформація».

У слові «інформація» суфікс «*- ація*» надає цьому слову характер дієвості, направлення на певний результат «формування», управління формуванням якогось об'єкту, подібно словам «колективізація», «індустріалізація». В той же час, ці слова

означають і той стан, який досягнуто внаслідок дієвості – інформація це той стан, що характеризує форму, яка утворилась.

Порівнюємо значення двох слів з однаковим суфіксом: «інформація» – «деформація». Очевидно, що обидва слова означають дію, процес, внесення нового в інший об'єкт. Також близьке до нашого випадку слово «формація» (від лат. *formation* - утворення, вид), що має смисл: 1) певна ступінь, стадія в розвитку чого-небудь (наприклад суспільно-економічна формація); 2) це певний комплекс (наприклад гірських порід, сумісне утворення яких обумовлено певними геологічними умовами).

Ми маємо два терміни, які мають близький, але різноцільовий смисл. Слово «інформа» несе смисл відображення форми чого-небудь у певному носії, опису форми, воно, так би мовити, сприймає, відображає форму. Слово «інформація» має дієвий смисл забезпечення, за певних умов, відтворення форми (вже в новому об'єкті), продукування форми будь-чого – структури, властивості, явища, процесу, а також у відтворенні первинної форми цього будь-чого.

Зауважимо, що за такого підходу може скластись враження про ігнорування групи визначень, які містять у собі поняття невизначеності, порядку, ентропії тощо. Це не так. Далі буде показано, що між поняттями «інформація» та «ентропія» існує тісний зв'язок, що ці визначення залишаються доцільними для термодинамічних систем, систем стохастичних із імовірнісною поведінкою. Для цих систем певним еквівалентом інформації є ентропія. Але такі системи не єдині у природі, є явища, системи і процеси, де термодинамічні властивості не є головними.

Базуючись на проведеному аналізі ми можемо розділити філософське визначення на два і сформулювати наступне: інформа – це процес (операція) і результат (засіб) відображення змісту реального світу (на підходящих носіях); інформація – це процес і засіб відновлення з інформи змісту реального світу. Під змістом тут розуміється філософська категорія з дуальної пари «зміст (сутність) і форма». У свою чергу, інформа та інформація кожна має свій зміст – відображення змісту (сутності) реального світу, і форму існування – певний спосіб і засоби запису на носії та розповсюдження в середовищі.

Для інформи і інформації принципове значення має *носій*. Якщо один предмет впливає на інший і в цьому іншому виникають зміни, то говорять, що він стає *носієм* інформації щодо того предмета, який впливає на нього.

З точки зору прикладних наук філософське визначення повинно конкретизуватись у фізичному визначенні, зберігаючи свою етимологію та генезис. Тоді маємо пару таких аксіоматичних визначень: *інформа* – це вид взаємодії і руху матерії та результат цієї взаємодії за якого фізична форма (структура, формоустрій) матеріального чи нематеріального об'єкта, властивості, процесу або явища, відображається (вкладається, вносить зміни) в іншому об'єкті, процесі чи явищі, яке стає носієм інформи і має властивість розповсюджуватись у просторі (передаватись) і/або у часі (запам'ятовуватись); *інформація* – це інформа у дії, стані, процесі або описанні (в останню чергу), яка забезпечує управління формотворенням (відтворенням формоустрою, розвитком) матерії.

Наведені визначення досягають цілі відновлення первісної дієвості понять «інформа», «інформація». Інформа та інформація складають нерозривну єдність, що виявляється тоді, коли вони проявляють себе у дії. Інформа стає інформацією тоді, коли вона виконує управлінську функцію формотворення.

Інформа є відображенням матеріального світу. Інформація є базовою інформаційною основою, реалізатором, конструктором матеріального світу. Спроба формування конкретного поняття інформації з позицій сфери інформаційної безпеки буде зроблена далі.

СПОСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ

Відома класична теорія інформації Клода Шенона відноситься до вузького класу стохастичних систем. С тих пір повної, закінченої теорії інформації не придумано. Інтуїтивно зрозумілий термін «інформація» піддається формалізації з великими труднощами, оскільки це поняття має велику якісну ємність. Деякі автори навіть доходять до висновку, що: «загального визначення, мабуть, дати не потрібно» [10, с. 127].

Між тим така ситуація виникає у науці не вперше, наприклад, виникали труднощі з формальним визначенням поняття «алгоритм». Вони були подолані застосуванням методології «послідовного уточнення» поняття. Так визначення поняття «алгоритм» було уточнено у три кроки:

1. Дається попереднє визначення поняття, яке потім буде уточнено: Алгоритмом є припис, який однозначно визначає деякі конструктивні процеси (А.А. Марков [11, с. 135]); Алгоритм або алгорифм – це всяка система обчислень, які виконуються за строго визначеними правилами, які після якого-небудь числа кроків цілком певно приводить до вирішення задачі (А.Н. Колмогоров [12, с. 44]); В інженерній практиці: алгоритм – це кінцева сукупність точно сформульованих правил вирішення якоїсь задачі (З.В. Алферов [13]).

2. Дається уточнення поняття за допомогою повного переліку його властивостей. Алгоритм має такі властивості [12, с. 44 - 45]: дискретності – виконується кроками; масовості – застосовується для вирішення широкого кола задач; результативності – приводить до результату за будь-яких вхідних даних; кінченості – результат має бути отримано за кінчене число кроків.

3. Дається уточнення поняття за допомогою гіпотетичних машин. А.А. Тюринг та Е.Х. Пост майже одночасно у 1936 році дали уточнення поняття «алгоритм» на прикладі гіпотетичної машини з нескінченною стрічкою [12, с. 41]. Машина Тюринга відрізняється від машини Поста тим, що комірки стрічки заповнюються не просто міткою, а символами із заданої множини.

Машина Тюринга, як математична модель, є елементарним аксіоматичним об'єктом у базовій системі аксіом теорії алгоритмів і теорії автоматів, які входять до інформаційної теорії систем.

Використаємо методологію послідовного уточнення поняття при викладенні основ теорії інформації для уточнення поняття «інформація». Перш за все дамо перелік загальних властивостей інформації, скориставшись роботами [14, с. 2; 15, с. 1 - 2]

Перелік основних уявлень, особливостей і закономірностей щодо поняття «інформація». 1. Інформація переноситься між об'єктами за допомогою обміну речовиною або енергією, які піддаються модуляції та/чи кодуванню. Зміна форми речовини чи енергії у часі, наприклад інтенсивності, називають модуляцією. Певний порядок слідування деяких порцій обміну речовиною або енергією за взаємодії між об'єктами називають кодуванням. 2. Інформація може існувати та відтворюватись тільки на базі системної організації та за допомогою різноманітних матеріально-енергетичних засобів та носіїв. 3. Інформаційна взаємодія між об'єктами може здійснюватись лише за взаємній відповідності властивостей об'єктів, зокрема відповідності одержаних кодів можливості їх реалізації у приймаючому об'єкті, тобто можливості інтерпретувати код. 4. Інформація реалізується через пов'язані з нею певні зміни станів (внутрішніх та зовнішніх властивостей). Ця зміна можлива й без одержання інформації, але так вона буде мало ймовірною. Інформація, яка приймається об'єктом, є для нього доцільною. 5. Інформація зберігає своє значення та той же смисловий зміст, поки залишається у незмінному виді її носій. 6. Кодована інформація

є нематеріальною (віртуальною) категорією. 7. Інформація завжди передається каналами у вигляді матеріальних чи енергетичних кодових сигналів. 8. Кодування забезпечує сприймання інформаційною системою практично будь-яких фізичних та хімічних об'єктів, явищ, процесів, властивостей тощо. 9. Інформація може кодуватись на різних мовах, записуватись різними буквами, цифрами різних систем числення, знаками (різними алфавітами), хімічними біо-логічними елементами тощо. Інформація здатна мати безліч різноманітних форм, видів, категорій та передаватись різними фізичними каналами, різними кодами і способами. 10. Інформація не залежить від часу свого існування. Інформація може існувати вічно, якщо вчасно змінювати носій, що може руйнуватись. 11. Інформація не залежить ні від фізичних, ні від енергетичних властивостей свого носія. Одна й та ж інформація може зберігатись на різних фізичних носіях. 12. Лише інформація може обумовити інформацію. Лише інформація здатна відтворити, породити, обновити, виправити, копіювати або розмножити інформацію (базуючись на речовинно – енергетичних засобах, процесах та носіях). Тобто інформація є фактором управління та самоуправління інформацією. 13. Інформація визначає функціональну поведінку системи – підвищує її організацію та понижує ентропію (дезорганізацію). 14. Інформація може стати управляючою силою лише у тій системі, яка здатна сприймати як істинну реальність (той же алфавіт, коди, смисли тощо). 15. Для передавання інформації та інших інформаційних процесів необхідна невелика кількість енергії. Але слабкі інформаційні впливи здатні управляти роботою будь-яких, навіть самих складних механічних чи енергетичних установок. 16. Інформація кодована є функцією заміщення. Матеріальні об'єкти, явища, процеси самі по собі не є інформацією. Досліджувані об'єкти, явища або процеси заміщаються закодованими повідомленнями, які складаються із послідовності букв, символів або знаків. 17. Речовинно – енергетична реалізація інформації виконується за допомогою перетворення коду у речовину та/або енергію і переміщення цієї речовини та/або енергії у зовнішнє середовище, де вони є активі затором якого-небудь виконавчого механізму, який має фізико-хімічну природу. Тому говорять, що «інформація – це управління». 18. Класична теорія (кодованої) інформації вивчає методи вимірювання інформації текстів, повідомлень, пропускну здатності каналів зв'язку, рівень завад у каналі тощо. 19. Інформація може передаватись на велику відстань через середовище, яке має малий опір розповсюдженню носія інформації.

Функціональна повнота переліку властивостей інформації поки що не доведена. Наступним етапом є уточнення поняття «інформації» за допомогою абстрактних машин.

ФУНКЦІОНАЛЬНО ПОВНИЙ НАБІР АБСТРАКТНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МАШИН

Абстрактною (примітивною) інформаційною машиною будемо називати модель найпростішого природного чи штучного механізму, за допомогою якого досягається реалізація функціонального призначення інформації, тобто виконання елементарних інформаційних операцій. Набір таких абстрактних машин має бути функціонально повним, охоплювати моделювання всіх функціональних призначень інформації і давати можливість будувати з цих примітивних машин інформаційні системи, що реалізують інформаційні процеси будь якої складності.

Пропонується набір із п'яти примітивних машин: *копіювання*: підсилення, послаблення, повторення, репродукція; *функція*: функціональне перетворення, функціонал, кодування, передача у просторі і часі, канал передавання; *управління*: зворотний негативний та позитивний зв'язок, збереження стійкості структури, гомеостазу, ціле-досягнення, пристрій запам'ятовування; *автомат*, кібернетичне перетворення (та творення): скінчений та мікро-програмний автомат, машина Тюрінга

або Поста; *процесор – конструктор* (матеріалізатор): перетворення інформації у речовинно – енергетичну реалізацію, управління матеріалізацією інформації, перетворення віртуальної реальності у матеріальну (фізичну) реальність.

Примітивна інформаційна машина – копіювання. Найпростішою інформаційною операцією можна вважати *копіювання*, яке реалізується повторювачем (рис. 1.а). Таку примітивну інформаційну машину математично можна описати як

$$y(t) = kx(t), \quad (1)$$

де $x(t)$ – функція, яка описує вхідну інформацію, що змінюється у часі t ;

$y(t)$ – функція, яка описує вихідну інформацію перетворювача;

k – коефіцієнт перетворення ($k > 1$ – підсилення, $0 < k < 1$ – послаблення. $k = 1$ – повторення).

Повторювач, підсилювач є необхідною складовою приймача інформації. Репродукція, як елементарна операція над біологічною інформацією є процесом поділу клітин.

Примітивна інформаційна машина – функція. Інформаційна операція *функціональне перетворення* реалізується примітивною інформаційною машиною «функція» (рис. 5) і може бути виражена функціоналом

$$y(t) = F(x(t)). \quad (2)$$

Конкретними функціями можуть бути функції дискретизації, квантування, модуляції, кодування, декодування тощо.

Модуляцією, у загальному смислі, називають зміну якогось параметру об'єкта під впливом джерела інформації. Кодування і декодування є найважливішими функціями. Як виникло кодування, це ще більша таємниця ніж таємниця виникнення інформації. У самому загальному смислі код – це певна організація послідовність зміни параметрів взаємодіючих об'єктів у часі і просторі, яке іншим об'єктом-суб'єктом потенційно може сприйматись як така, що має певний смисл.

Кодування є перетворенням речовина або енергія – код. У процесі кодування предмети, процеси, явища або властивості, які позначаються кодом, ототожнюються з іншими предметами, процесами, явищами або властивостями, які є позначаючими. Перекодування є перетворенням код – код. Декодування інформації є перетворенням код – речовина або енергія. Кодована інформація, за певних умов, може реалізуватись у матеріальному світі.

Прикладом кодування у неживій природі є послідовність впливів з частотою, що викликає резонансні явища у іншому об'єкті. У живій і штучній природі коди надзвичайно широко поширені. Нервові імпульси є прикладом широтно імпульсного кодування, коли відстань між імпульсами залежить від інтенсивності подразнення.

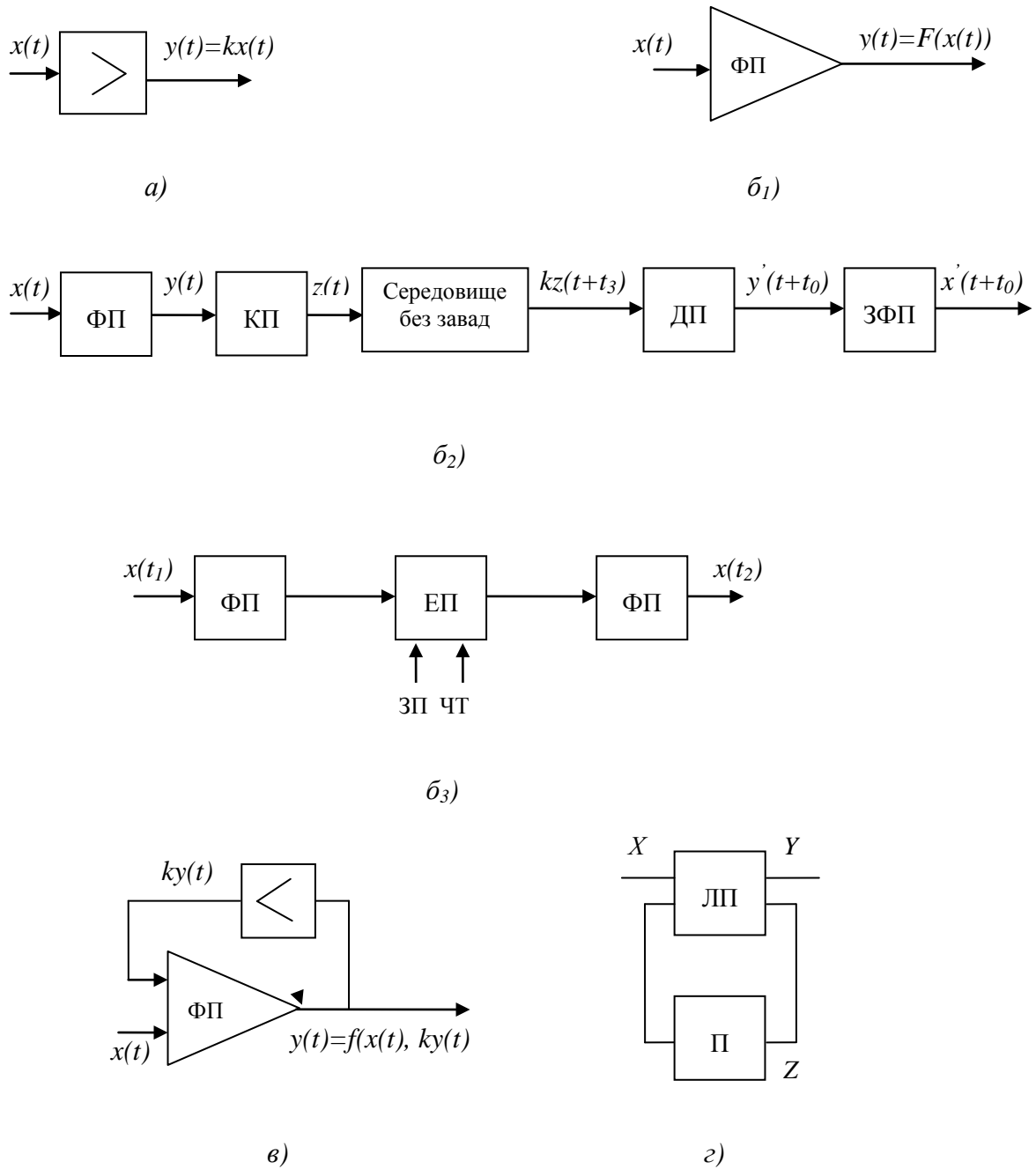


Рисунок 1 – Типи примітивних інформаційних машин: а) копіювання, б₁) функціональне перетворення, б₂) передача у просторі, б₃) запам'ятовування (передача у часі), в) управління (зворотний зв'язок), з) автомат

Набір примітивних функціональних перетворень дозволяє будувати складні інформаційні машини, наприклад, розглянемо систему передачі інформації та запам'ятовуючий пристрій. Модель інформаційної машини «передача інформації», яка складається з елементарних примітивних машин, показана на рис. 1.б₂. Функція $x(t)$, яка описує інформацію від джерела інформації впливає на ФП – функціональний

перетворювач, роль якого полягає у тому, щоб змінювати певний параметр носія інформації.

Тепер $y(t)$ – функція, яка описує на виході перетворювача параметр носія інформації. Це може бути амплітудна, частотна, часова та інша модуляція.

Далі може бути потрібним ще один функціональний перетворювач, КП – пристрій кодування, призначення якого полягає у приведенні інформаційного параметру носія до виду $z(t)$, яке називають «сигнал», придатний для передавання носія інформації середовищем та для наступного сприймання інформації приймачем.

В середовищі розповсюдження носія інформації організується штучний чи природний, що вже існує, «канал передачі». Якщо середовище без завад, то його моделлю може бути повторювач і на його виході маємо $kz(t + t_3)$, де k – коефіцієнт передачі каналу, а t_3 – час затримки сигналу за передачі його каналом.

На приймальній стороні виконуються зворотні функції. ДП – це пристрій декодування, а ЗФП – це зворотний функціональний перетворювач. Сигнали $y'(t + t_3)$ та $x'(t + t_3)$ на їхніх виходах можуть відрізнитись від відповідних їм $y(t)$ та $x(t)$, бо можуть мати іншу природу. Наприклад, звук може створюватись дзвінком, а сприйматись органами слуху людини. Детально перетворення сигналів вивчається у теорії передачі інформації та теорії кодування.

Модель інформаційної машини «запам'ятовуючий пристрій» показана на рис. 1.б₃. Вона складається з двох ФП та елементів пам'яті – ЕП. ЕП призначені, власне, для зберігання інформації і повинні управлятись зовнішнім управляючим пристроєм. За допомогою вхідного ФП за командою «ЗП» - запис інформація записується в ЕП, де зберігається деякий час, а за командою «ЧТ» - читання інформація зчитується і через вихідний ФП подається на вихід.

Модель запам'ятовуючого пристрою наглядно демонструє той принцип, що для будь-якого перетворення інформації необхідно не тільки деякі невеликі витрати енергії, а й витрати зовнішньої інформації, в даному випадку необхідно за певним алгоритмом подавати команди запису й читання.

Примітивна інформаційна машини – управління. Управління в філософії – це функція організованих систем (біологічних, технічних, соціальних, яка забезпечує збереження їх структури, підтримання режиму діяльності, реалізацію її програми, цілі. В кібернетиці управління – це ще й конкретно зміна стану об'єкта, системи або процесу, яке веде до досягнення поставленої цілі. Серед способів вирішення задач управління найпростішою і найпоширенішою є система, яка використовує принцип зворотного зв'язку (примітивна інформаційна машина «управління» – рис. 1.в) і яка дозволяє створювати системи, що ефективно працюють у змінних умовах. Зворотний зв'язок – це впливання вихідної величини деякої системи $y(t)$ на вхід цієї ж системи (функціонального перетворювача, точніше системи автоматизованого управління), таким чином, що функція, яка описує вихідну інформацію має вигляд

$$y(t) = f(x(t), ky(t)). \quad (3)$$

Якщо у ланцюгу зворотного зв'язку коефіцієнт зворотного зв'язку $k < 0$, то маємо негативний зворотній зв'язок, система стає стійкішою, забезпечується стабілізація параметрів об'єкта управління. Якщо $k > 0$, то маємо позитивний зв'язок, система, навпаки, втрачає стійкість чи самозбуджується стаючи генератором.

У природі зворотній зв'язок широко поширений. У широкому смислі зворотний зв'язок – це впливання результатів функціонування системи самої різної природи (технічної, біологічної, економічної, соціальної) на характер цього функціонування.

Ланцюгом зворотного зв'язку частина результату функціонування (струм, енергія, маса, сила, коди тощо) передається на вхід системи. Перетворювач у ланцюгу зворотного зв'язку може бути аналоговим чи цифровим, механічним чи електронним або іншої природи. Те, що передається ланцюгом зворотного зв'язку із виходу на вхід і забезпечує досягнення цілі, можна інтерпретувати як інформація управління. Це є одним із багатьох тлумачень багатогранного поняття «інформація». Прямий і зворотний зв'язок утворюють замкнутий контур циркуляції інформації у системі, представляючи собою механізм усунення неузгодженості між ціллю чи аналогом цілі та результатами управління.

Інформаційні машини «функція» та «управління» зручно представляти у цифровій векторній формі. Інформаційна операція «функція» може бути основною операцією у мережі, яка здійснює перетворення значень сигналу (рис. 2.а). Нехай буде деяка множина $\{\xi_i\}$ дійсних (невід'ємних) вхідних сигналів. Нагадаємо, що дійсні числа – це елементи множини, на якій визначені операції додавання і множення, елементи 0 та 1 (нуль та одиниця), відношення порядку «>», що задовольняють певну встановлену групу аксіом [16, с. 186]. Ці сигнали, взяті разом представляють собою n -мірний дійсний вектор сигналу

$$x = [\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n]. \quad (4)$$

Вихідні сигнали з мережі логічно-цифрового перетворювача (ЛЦП) формують другий набір $\{\eta_i\}$, де кодування аналогічне тому, яке використовується для вхідного вектору. Вихідні сигнали розглядаються як m -мірний вектор

$$y = [\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_m]. \quad (5)$$

Кожен вихід представляє собою функцію всіх входів, тобто

$$\eta_j = \eta_j(x). \quad (6)$$

У загальному випадку функції (6) нелінійні, у мережі ЛЦП є затримки сигналу і кожен вихід представляє собою скалярну функцію $\eta_j = \eta_j(x, t)$.

У цифрових системах із зворотним зв'язком (інформаційних машинах «управління») вихідні сигнали, частково чи частіше всі, передаються на входи ЛЦП (рис. 2.б). Ці зворотні зв'язки бувають нелінійні. Величина затримки для всіх сигналів у найпростішому випадку передбачаються однаковою.

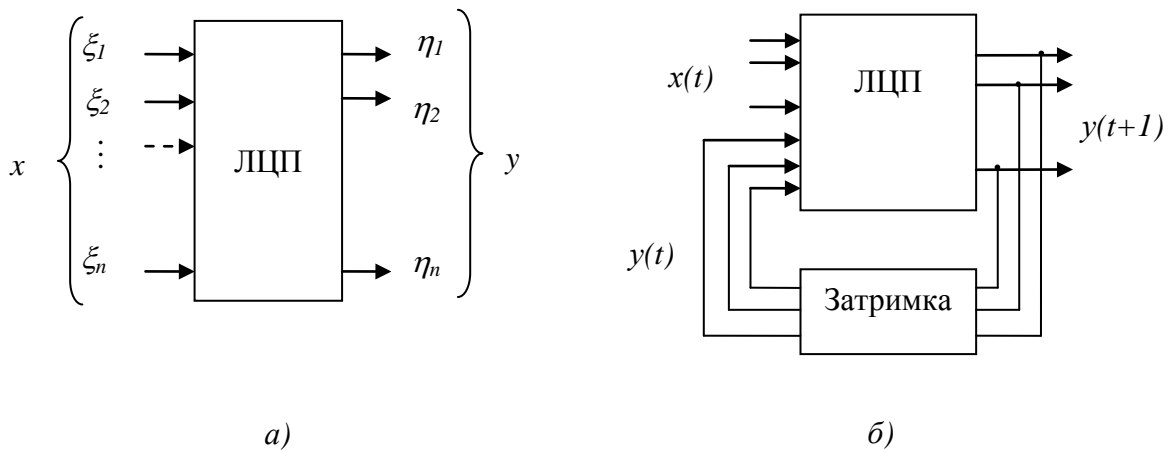


Рисунок 2 – Примітивні цифрові інформаційні машини: а) логіко-цифрове перетворення, б) цифрова система із зворотним зв'язком

Безперервні у часі сигнали апроксимують кусочно-постійною функцією, значення якої зберігається постійним між двома дискретними моментами відліку. Системне рівняння в рамках уявлень з дискретним часом можна записати у вигляді

$$y(t+1) = f[x(t), y(t)], \quad t = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

Векторна функція f , яка перетворює входи ЛЦП у її виходи може бути суттєво нелінійною. За певних умов такі системи бувають мультистабільними, тобто для одного й того ж входу x вихід, що встановлюється, може мати багато стійких рішень, які називають *атракторами*. У загальному вигляді атракторні інформаційні машини описують диференціальними рівняннями із безперервним часом типу

$$\frac{dy}{dt} = f_1(x, y), \quad (8)$$

де функція f_1 така, що її значення прагнуть до нуля за малих та великих відповідних значеннях y . Атракторні мережі використовують як нейронні мережі у якості асоціативної пам'яті, а також для вирішення простих оптимізаційних задач.

Примітивна інформаційна машина – автомат. Елементарна інформаційна операція *кібернетичне функціональне перетворення* реалізується примітивною інформаційною машиною «автомат». Моделлю такої машини може бути скінчений автомат (рис. 5.г), мікро-програмний автомат, машина Тюрінга або Поста.

Автомат будемо розуміти як математичне поняття, математичну модель реальних технічних автоматів. Будемо розглядати дискретні автомати. Вони мають першу чудову властивість: схема дискретного автомату універсальна, тобто існує така схема дискретного автомата, за допомогою якого виконуються будь-які кібернетичні функціональні перетворення. Головними частинами дискретного автомата є ЛП – логічний перетворювач та П – пам'ять, в якій фіксується стан автомата. Такий автомат формально описується п'ятіркою $\langle X, Y, Q, \delta, \lambda \rangle$,

де X – множина вхідних сигналів; Y – множина вихідних сигналів;

Q – множина внутрішніх станів автомата, які зберігаються у його пам'яті;

$\delta: Q \times X \times X \rightarrow Q$ – функція переходів, яка у аналітичній формі, на відміну від предикатної форми, виглядає так: $q(t_{i+1}) = f(x(t_i), q(t_i))$, а t_i – час приймає дискретні значення;

$\lambda: X \times X \times Q \rightarrow Y$ – функція виходів, яка у аналітичній формі, на відміну від предикатної форми, виглядає так: $y(t_i) = f(x(t_i), q(t_i))$.

Скінчений автомат – це автомат, у якого множини вхідних значень та внутрішніх станів, X , Q і, як наслідок, множини вихідних значень Y являються скінченими множинами. Словесно дію автомата описують наступним чином. На вхідні канали X ззовні надходять сигнали і в залежності від їх значення та від того, у якому стані Q автомат знаходиться, він переходить у наступний стан і видає сигнали на свої вихідні канали Y . З плином часу вхідні сигнали змінюються, відповідно змінюються і стан автомата і його вихідні сигнали. Наголосимо на тому, що вихідний сигнал у кожен момент залежить не тільки від вхідного сигналу, як це було за функціонального перетворення, а залежить ще від стану автомата. Говорять, що вихідний сигнал залежить від вхідного сигналу і від попередньої історії.

Примітивна інформаційна машина – процесор – конструктор (матеріалізатор). Ця машина служить для перетворення інформації у речовинно – енергетичну реалізацію, управління матеріалізацією інформації, перетворення віртуальної реальності у матеріальну (фізичну) реальність. У формотворенні повинні приймати участь інформація з її функцією управління, зовнішня інформація та сировина – енергія, речовина у залежності від того, що формується.

Цей тип інформаційної машини має перспективи свого застосування й розвитку у нанотехнологіях та біотехнологіях. При цьому, інформаційні та енерго - речовинні процеси можуть бути зіставимі за енергетичними витратами. Інтенсивність модуляції має бути меншою інтенсивності носія. Кодування, як певна організація послідовності обміну, інваріантна щодо інтенсивності носія коду. Носієм коду може бути процес як малої інтенсивності, так і великої.

Елементарні обміни за взаємодії молекул і атомів повністю симетричні. Енерго – речовинні та інформаційні процеси нано-, біотехнологій, живих клітин можуть не розрізнятися за параметрами інтенсивності та енерговитрат. Крім того, носій інформації може бути одночасно і сировиною для формотворення. Все це ще потребує подальшого дослідження.

ВИСНОВКИ

З позицій інформаційної безпеки проаналізовано семантичне та морфологічне значення поняття «інформація». Запропоновано розрізняти поняття «інформа» та «інформація». Розглянуто властивості інформації та запропоновано уточнювати поняття «інформації» за допомогою функціонально повного набору із п'яти абстрактних інформаційних машин: копіювання, функція, управління, автомат та процесор-конструктор.

СПИСОК ВИКОРИТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Колин К.К., Трошин Е.В. Критика некоторых методологических подходов в информатике и информационное образование // Открытое образование. – № 2. – 2005. – С. 81 – 87.
2. Хохлов Г.И. Основы теории информации. – М.: Издательский центр «Академия». – 2008. – 176 с.
3. Чернавский Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации) / Изд. 2. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.

4. L. von Bertalanffy. General System Theory – A Critical Review, «General Systems», vol. VII. – 1962. – р. 1 – 20. (Берталанфи Л. Общая теория систем — критический обзор. // Исследование по общей теории систем: Сборник. – М.: Прогресс. – 1969. – с. 23 - 82). – Режим доступа: <http://macroevolution.narod.ru/bertalanfi.htm>.
5. Информациология и космоэнергетика // Сборник научных трудов. Под общей редакцией академика Ерофеева Е.А., Хабаровск: Всемирная академия комплексной безопасности, Дальневосточная народная академия наук, 2004. – 140 с. – Режим доступа: <http://vottovaara.ru/members/publication/informaciologia/main.html>.
6. Чернавский Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации) / Изд. 2. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
7. Словарь иностранных слов. Гл. ред. Ф.Н. Петрова. М.: «Советская энциклопедия». – 1964. – 784 с.
8. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – 1600 с.
9. Философский словарь; Под ред. И.Г. Фролова. – 5-е изд. – М.: Политиздат, 1987. – 462 с.
10. Шамис А.Л. Пути моделирования мышления: Активные синергетические нейронные сети, мышление и творчество, формальные модели поведения и «распознавание с пониманием». – М.: КомКнига, 2006. – 336 с.
11. Марков А.А., Нагорный Н.М. Теория алгоритмов. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 432 с.
12. Савельев А.Я. Прикладная теория цифровых автоматов: Учеб. для вузов по спец. ЭВМ. – М.: Высш. шк., 1987. – 272 с.
13. Алферова З.В. Теория алгоритмов. – М.: Статистика, 1973. – 163 с..
14. Янковський С.. Концепции общей теории информации. – 27 с. – Режим доступа: <http://syy.narod.ru/Ibook.htm>
15. Калашников Ю.Я. Генетическая информация как универсальная нефизическая сила, определяющая биологическую форму движения материи. Дата публикации 16 июня 2010. Источник: SciTecLibrary.ru. – Режим доступа: <http://SciTecLibrary.ru/rus/catalog/pages/10374.html>, (<http://new-idea.kulichki.com/>).
16. Мантуров О.В., Солнцев Ю.К., Сорокин Ю.К., Федін М.Г. Математика в понятиях, определениях и терминах: в 2-х ч.: Ч. 1. – К.: Рад. шк. – 1986. – 383 с.