

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЇ В УПРАВЛІННІ РИЗИКАМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

© Рішняк І.В., 2004

Розглянуто роль інформації у зменшенні невизначеності та прийнятті якісних рішень. Аналізуються форми адекватності, міри та характеристики інформації.

In the article the role of information in reduction of vagueness and acceptance of high-quality decisions is considered. The forms of adequacy, measure and description of information are analysed.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Розвиток науки, поява нових напрямків досліджень, новітні технології, застосування у промисловості та побуті складнішої техніки, – все це призводить до значного розширення інформаційного простору, який охоплює усі сторони суспільного життя, всі аспекти існування людини. Людині доводиться все частіше робити вибір з достатньо великої кількості альтернатив.

При виборі рішення в умовах невизначеності завжди неминучий елемент ризику та вірогідність прийняття помилкового рішення. Недостатність інформації завжди небезпечна, і за це доводиться платити (як, зрештою, і за надлишок інформації). Однак в умовах складної ситуації завжди корисно розглянути варіанти рішень та їхні можливі наслідки в такій формі, щоб зробити ризик мінімальним.

Як сама інформація, так і методи її подачі можуть зумовити різне сприйняття ризику людьми. Розбіжність між об'єктивно існуючою невизначеністю та ризиком як її суб'єктивним сприйняттям залежить від ступеня доступності інформації з даного питання. Люди, як правило, переоцінюють небезпеку тих подій, про які частіше повідомляється у ЗМІ і, навпаки, відсутність широкої інформації призводить до недооцінки можливості як негативних, так і позитивних наслідків реалізованих ризикових рішень. Людина може недооцінити небезпеку певних подій, якщо інформація про них викладена складною статистичною мовою. Водночас вона може переоцінити величину цього ризику, якщо наводяться приклади (можливо, візуальні) окремих подій з негативними наслідками.

Забезпечення прийняття рішення достатньою та надійною інформацією в потрібний час – центральна і найскладніша проблема організації управління. Кількість, зміст та своєчасність отримання інформації визначають якість прийнятих рішень і у кінцевому випадку – ефективність управління.

Аналіз останніх досліджень

Найскладнішою проблемою в дослідженнях та теоретичному поданні інформаційних процесів є усвідомлення суті та наукове визначення поняття «інформація». Феномен інформації до кінця не розкритий. В науці та практиці існує багато визначень цього поняття, які досить часто суперечать одне одному. Сьогодні кожна галузь досліджень формулює поняття інформації стосовно цілей та конкретного змісту своєї діяльності. При цьому жодне визначення не може претендувати на повноту та строгість навіть у межах однієї сфери інформаційної діяльності. У всіх визначеннях присутній інтуїтивний момент, який зазвичай розкривається тільки в контексті застосування терміна “інформація” при описанні інформаційних процесів.

Інформація – повідомлення, отримані системою від зовнішнього світу в процесі адаптивного управління, пристосування (теорія управління, кібернетика);

Інформація – зв'язки, що знімають невизначеність в системі (теорія інформації);

Інформація – ймовірність вибору в системі (теорія ймовірності);

Інформація – віддзеркалення різноманітності в системі (фізіологія, біокібернетика);

Інформація – віддзеркалення матерії, атрибут свідомості, "інтелекту" системи (філософія).

Інформація – це не тільки відомості з книг, газет, телепередач, але і відомості, що зберігаються в рельєфі ключа, в структурі складної біологічної молекули (ДНК), в радіосигналах; відчуття, які ми одержуємо, милуючись картиною в музеї, насолоджуючись лісовими ароматами.

Інформація – це деяка послідовність відомостей, знань, які актуалізуються (виходять, передаються, перетворюються) за допомогою деяких сигналів (символів, образів, жестів, звуків). Це збільшення, розвиток, актуалізація знань, що виникають у процесі цілеспрямованої інтелектуальної діяльності людини. Жодна інформація, жодні знання не з'являються відразу – цьому передують етапи накопичення, осмислення, систематизації досліджених даних, поглядів. Знання – продукт такого процесу. Мислення – його необхідний атрибут.

Як свідомість, так і органи сприйняття інформації вибірково сприймають її, обробляють та зберігають у пам'яті. У публікаціях описано багато варіантів т.з. відбивної концепції інформації. І.В. Новік пов'язує інформацію із впорядкованим віддзеркаленням, тоді як неврегульоване хаотичне віддзеркалення позначається поняттям "шум" [8].

Розвинута в роботах Н. Вінера [4] кібернетична концепція припускає, що процес управління в системах є процесом переробки (перетворення) деяким центральним пристроєм інформації, одержуваної від джерел первинної інформації (сенсорних рецепторів) і передачі її в ті ділянки системи, де вона сприймається елементами системи як наказ для виконання тієї або іншої дії. Після здійснення самої дії сенсорні рецептори готові до передачі інформації про ситуацію, що змінилася, для виконання нового циклу управління. Так організовується циклічний алгоритм (послідовність дій) управління і циркуляції інформації в системі. При цьому важливо, що головну роль тут відіграє зміст інформації, що передається рецепторами центральному пристрою. "Інформація – це позначення змісту, отриманого із зовнішнього світу в процесі нашого пристосування до нього і пристосування до нього наших відчуттів. Процес отримання і використання інформації є процесом нашого пристосування до випадковостей зовнішнього середовища і нашої життєдіяльності в цьому середовищі" [4]. Кібернетична концепція демонструє необхідність оцінювати інформацію як деяке знання, що має одну ціннісну міру відносно зовнішнього світу (семантичний аспект) та іншу відносно споживача, накопиченого ним знання, пізнавальної мети і задач (прагматичний аспект) [5].

У логіко-семантичних теоріях інформація розглядається як зменшення або усунення невизначеності. Природно припустити, що засобами якої-небудь мови за допомогою створюваних у ній висловів можна описати деяку сукупність можливих ситуацій, станів, альтернатив. Семантична інформація, що міститься в якому-небудь вислові, виключає деякі альтернативи. Чим більше альтернатив виключає вислів, тим більшу семантичну інформацію він несе. Фундаментальним у семантичних теоріях є поняття тезаурусу [17].

У прагматичних концепціях інформації увага зосереджена на необхідності враховувати цінність, корисність, ефективність, економічність інформації, тобто ті її якості, які визначально впливають на поведінку кібернетичних систем, що самоорганізуються (біологічних, соціальних, людино-машинних). Прикладом такої теорії є поведінкова модель комунікації – біхевіористична модель Акоффа-Майлса [5]. Початковою в цій моделі є цільове скерування одержувача інформації на вирішення конкретної проблеми. Одержувач знаходиться у стані цільового скерування, якщо він прагне чого-небудь і має альтернативні шляхи неоднакової ефективності для досягнення мети. Повідомлення, що передається одержувачу, є інформативним, якщо воно змінює цей стан. Оскільки стан одержувача характеризується трьома компонентами: послідовністю можливих дій (альтернатив), ефективністю дії і значущістю результату – передаване одержувачу повідомлення може по-різному впливати на всі три компоненти. Відповідно до цього передавана інформація поділяється за типами на інформувальну, інструктувальну та мотивувальну. Отже, для одержувача прагматична цінність повідомлення полягає в тому, що воно дозволяє йому визначити стратегію поведінки і досягнути мети шляхом відповідей на запитання: що, як і чому робити на кожному черговому

кроці? Для кожного типу інформації біхевіористична модель пропонує свою міру, а загальна прагматична цінність інформації визначається як функція різниці цих кількостей у попередньому стані цільового скерування та після його зміни на новий стан.

Слабкою рисою біхевіористичної моделі є її невідповідність до оцінювання неправдивих повідомлень. Ці недоліки були враховані у логіко-прагматичній моделі комунікації Д. Харраха [16], яка передбачає облік суспільного характеру людської комунікації. Згідно з цією моделлю отримані повідомлення спершу опрацьовуються, а потім виділяються тільки ті, що придатні до використання. Саме до сукупності придатних повідомлень і застосовуються критерії прагматичної цінності.

Цілі статті

Обговоренню різних аспектів суті, обробки і застосування інформації присвячена величезна кількість робіт. Близькість думок досягнута в тому, що отримана інформація зменшує невизначеність, незнання, безладдя приймаючої її системи. Однак багато питань залишаються нез'ясованими.

Метою цієї роботи є аналіз методів отримання та використання інформації; класифікація інформації; дослідження інформаційного процесу, характеристик та мір інформації стосовно процедури управління ризиками; виявлення ролі інформації для зменшення невизначеностей у процесі функціонування СППР.

Основний матеріал

Структура СППР, орієнтована на прийняття рішень в умовах невизначеності

Прийняття рішень – щоденна діяльність людини, частина її життя. У більшості випадків прийняття рішення полягає у генерації можливих альтернатив, їх оцінюванні та виборі найкращої.

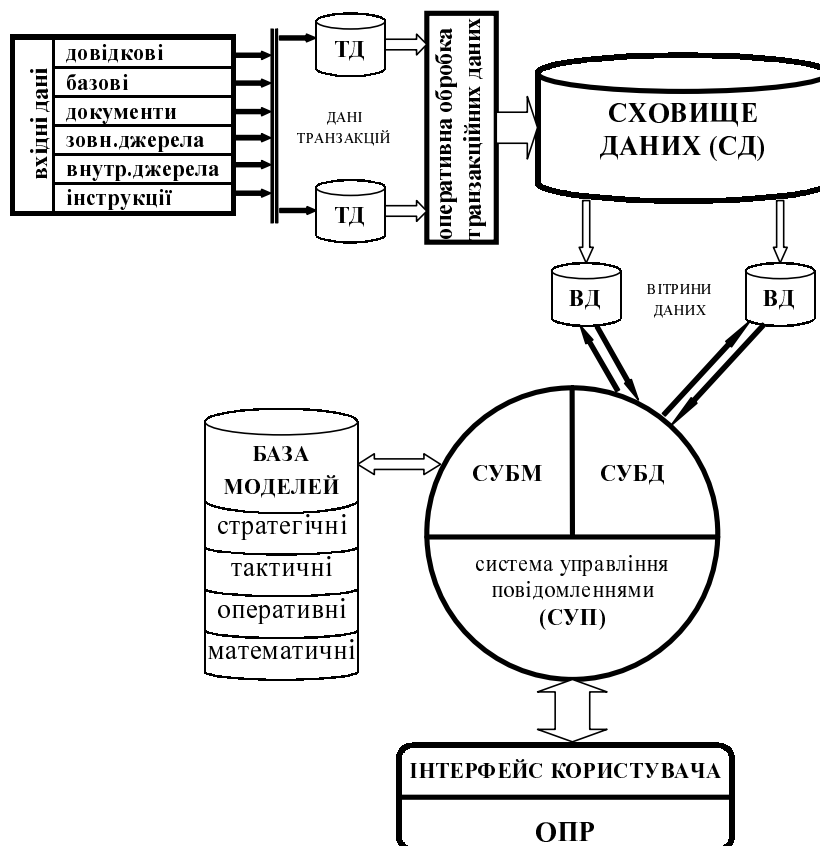


Рис. 1. Структура СППР

При виборі альтернативи необхідно враховувати велику кількість суперечливих вимог і, відповідно, оцінювати варіанти рішень за багатьма критеріями. Суперечливість вимог, неоднозначність оцінки ситуації, помилки у виборі пріоритетів значно ускладнюють прийняття рішень. Окрім цього, переважна більшість задач, що вимагають вирішення, є багатокритеріальними, і людині необхідно оцінювати велику кількість факторів, впливів, інтересів та наслідків, які характеризують варіанти рішень.

Невіддільною частиною процесу прийняття рішення є невизначеність: неповнота чи недостовірність знань (інформації) про проблему; неможливість точного врахування реакції зовнішнього середовища на прийняті дії; нечітке розуміння поставленої мети особою, що приймає рішення.

Збільшення обсягу інформації, яка надходить в органи управління та безпосередньо керівників, складність вирішуваних задач, необхідність врахування великої кількості взаємопов'язаних факторів, швидка зміна довкілля – все це вимагає використання спеціальних комп'ютерних систем – систем підтримки прийняття рішень (СППР). Структуру СППР наведено на рис. 1.

Основними складовими цієї структури є: сховище даних (СД), для ефективності доступу до якого використовуються вітрини даних (ВД), база моделей, СУБД, СУБМ, система управління повідомленнями (СУП) та інтерфейс користувача (ОПР – особи, яка приймає рішення).

СППР фактично є інформаційно-аналітичною системою, яка розробляється з метою розв'язання конкретного протиріччя – відсутність *необхідної інформації* при наявності *інформації загалом* у достатньо великих обсягах. Головне призначення СППР полягає у забезпеченні комп'ютерною підтримкою прийняття рішень із слабкоструктурованих та неструктурованих проблем організаційного управління на різних етапах прийняття рішення та моніторингу.

Інформаційний процес

З точки зору інформаційного аспекту процедуру прийняття рішення можна розглядати як процес цілеспрямованого перетворення інформації про стан та умови функціонування об'єкта управління в інформацію про найраціональніші шляхи досягнення цим об'єктом бажаного стану в майбутньому. Ключовим моментом у процедурі прийняття рішення є інформаційний процес. Структурну модель атомарного інформаційного процесу наведено на рис. 2.

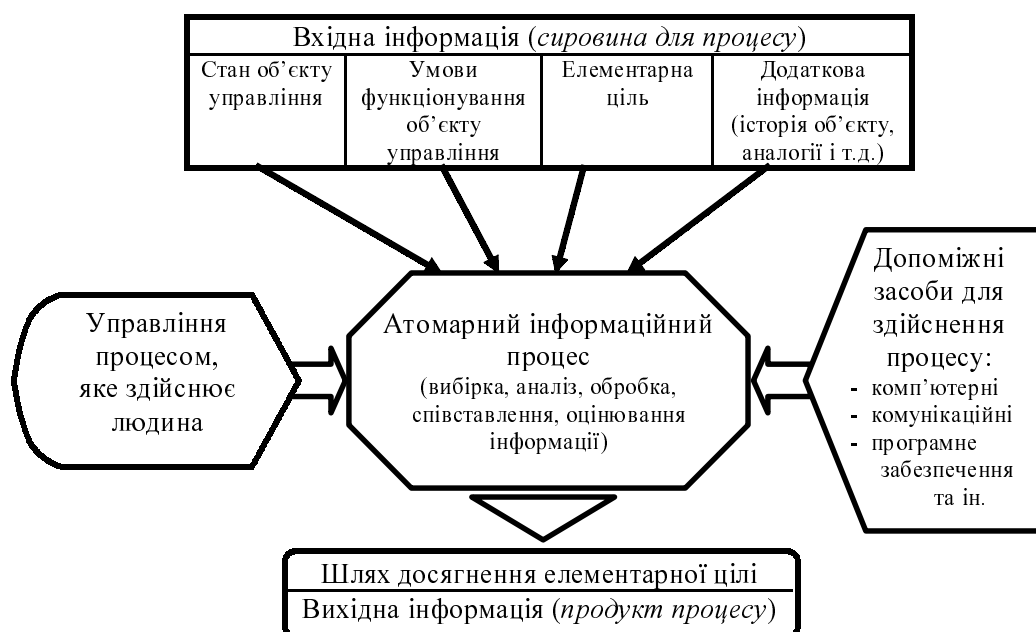


Рис. 2. Структурна модель атомарного інформаційного процесу

Методи отримання та використання інформації

Важливою проблемою керівника є вирішення питання: чи приймати рішення ґрунтуючись на вже відомій інформації, чи попередньо опрацювати та реалізувати програму отримання додаткової інформації, яка зазвичай вимагає додаткових матеріальних та часових затрат. Джерелами отримання інформації для керівника можуть бути [6]:

- документація (найбільш цінний вид отримання інформації);
- преса та друковані видання (найбільш місткий, доступний та широко використовуваний метод отримання інформації);
- дані операторів-партнерів;
- використання непрямих (побічних) ознак (жоден процес не відбувається відірвано від оточення, отже, його завжди будуть супроводжувати певні самостійні побічні процеси, які можна виявити);

агентурні дані (платне систематичне виконання людиною завдань в конкретних інтересах). Загалом методи отримання та використання інформації можна умовно розділити на три групи.

- Емпіричні методи (отримання емпіричної інформації, емпіричних даних).
- Теоретичні методи (отримання теоретичної інформації, побудови теорій).
- Теоретико-емпіричні методи (змішані, напівемпіричні).

Класифікацію методів отримання та використання інформації, а також їх опис подано у табл. 1.

Таблиця 1

Методи отримання та використання інформації

Вид	Назва	Опис
1	2	3
ЕМПІРИЧНІ	спостереження	збирання первинної інформації або емпіричних тверджень про систему (в системі)
	порівняння	встановлення загального і різного в досліджуваній системі або системах
	вимірювання	знаходження, формулювання емпіричних законів, фактів
	експеримент	цілеспрямоване перетворення досліджуваної системи (систем) для виявлення її (їх) властивостей
ТЕОРЕТИЧНІ	від абстрактного до конкретного	отримання знань про систему на основі знань про її абстрактні прояви в свідомості, в мисленні
	ідеалізація	отримання знань про систему або про її підсистеми шляхом уявного конструювання, уявлення систем чи підсистем, не існуючих насправді
	формалізація	отримання знань про систему за допомогою знаків або ж формул, тобто знаків штучного походження, наприклад, мови математики (математичний чи формальний опис)
	аксіоматизація	отримання знань про систему або процес за допомогою деяких спеціально для цього сформульованих аксіом і правил отримання висновків, знань з аксіом
	віртуалізація	отримання знань про систему створенням особливого середовища, обстановки, ситуації (в яку поміщають досліджувану систему), яку реально без цього середовища неможливо реалізувати і отримати відповідні знання
ТЕОРЕТИКО-ЕМПІРИЧНІ	абстрагування	встановлення загальних властивостей і сторін об'єкта (або об'єктів), заміщення об'єкта або системи її моделлю. Абстракція в інформатиці і в математиці відіграє важливу роль і розуміється в двох таких значеннях: ▪ абстракція, абстрагування як метод дослідження (вивчення) деяких явищ, об'єктів, в результаті якого можна виділити основні, найважливіші для дослідження властивості, сторони досліджуваного об'єкта або явища та ігнорувати неістотні і другорядні ▪ абстракція як опис або наведення об'єкта (явища), отриманого за допомогою методу абстрагування; особливо важливим і використовуваним в інформатиці є таке поняття, як абстракція потенційної здійсненності, яке дозволяє досліджувати конструктивно об'єкти чи системи з потенційною здійсненністю (можна створити, якби не було ресурсних – час, простір, речовина, енергія, інформація, організація, людина обмежень); використовуються і абстракція актуальної нескінченності – існування нескінченних, неконструктивних множин, систем, процесів, а також абстракція ототожнення – можливості ототожнення будь-яких двох однакових букв, символів будь-якого алфавіту, об'єктів – незалежно від місця їх появи в словах, конструкціях, хоча їх інформаційна цінність при цьому може бути різною

1	2	3
	макетування	отримання інформації через макет об'єкта або системи, тобто за допомогою подання структурних, функціональних, організаційних і технологічних підсистем у спрощеному вигляді, що зберігає інформацію необхідну для розуміння взаємодії і зв'язків цих підсистем
	моделювання	отримання знання про об'єкт за допомогою моделі чи приладів; моделювання ґрунтується на можливості виділяти, описувати і вивчати найважливіші чинники та ігнорувати при формальному розгляді другорядні
	індукція	отримання знання про систему через знання про підсистеми; індуктивне мислення – розпізнавання ефективних рішень, ситуацій та подальше визначення проблеми
	дедукція	отримання знання про підсистеми через знання про систему; дедуктивне мислення – визначення проблеми і подальший пошук дозволеної ситуації
	аналіз	роз'єднання системи на підсистеми з метою виявлення їх взаємозв'язків
	синтез	з'єднання підсистем в систему з метою виявлення їх взаємозв'язків
	евристика	отримання знання про систему через знання про підсистеми, спостереження, досвід
	історичний метод	знаходження знань про систему шляхом використання її передісторії – реально існуючої або ж уявної, можливої (віртуальної)
	логічний метод	метод знаходження знань про систему шляхом відтворення його деяких підсистем, зв'язків або елементів в уяві, в свідомості
	актуалізація	отримання інформації за допомогою активізації, ініціалізації системи, тобто переходом із статичного (неактуального) стану в динамічний (актуальний) стан; при цьому всі необхідні зв'язки і відносини (відкритої) системи із зовнішнім середовищем повинні бути враховані (саме вони актуалізують систему)
	візуалізація	отримання інформації за допомогою наочного або візуального подання станів актуалізованої системи; візуалізація припускає можливість виконання в системі операції типу “пересунути”, “повернути”, “укрупнити” “зменшити”, “видалити”, “додати” і т.д. (як щодо окремих елементів, так і щодо підсистем системи), тобто – це метод візуального сприйняття інформації

Окрім зазначених у таблиці класичних форм, до емпіричних методів отримання та використання інформації зараховують такі, як *дослід*, *інтерв'ю*, *тестування*, а до теоретико-емпіричних методів – *моніторинг* (система спостережень і аналізу станів системи), *ділові ігри і ситуації*, *експертні оцінки* (експертне оцінювання), *імітацію* (наслідування).

Очевидно, що кожен з наведених вище методів має свої певні недоліки та переваги над іншими. Зазвичай для емпіричних методів характерна досить велика часова тривалість та накопичення великої кількості побічної інформації. Теоретичні методи, ґрунтуючись на певних теоріях, можуть видавати інформацію, цілком відірвану від практики, що унеможлиблює її практичне застосування. Найбільш привабливими видаються теоретико-емпіричні методи отримання та використання інформації, хоча і вони не позбавлені певних мінусів. Загалом для отримання необхідної інформації у кожній конкретній ситуації варто використовувати як окремі методи, так і сукупності різних методів, що дозволить отримати всебічну та якісну інформацію про досліджуваний об'єкт.

Класифікація інформації

Інформація, як і будь-який інший об'єкт аналізу, може бути класифікована за різними ознаками та критеріями. Це є особливо важливим при розгляді інформації без врахування її предметної орієнтації, оскільки вона може бути використана в різних умовах, різними споживачами, для різних цілей. Розглянемо деякі класифікації інформації.

Залежно від напрямку руху інформації розрізняють інформацію *горизонтальну*, потоки якої циркулюють між системами одного рівня та *вертикальну*, потоки якої циркулюють між системами різних рівнів. У свою чергу, інформація, що циркулює вертикальними каналами, поділяється на *пряму* – *керувальну* (від суб'єкта до об'єкта управління) і *зворотну* – *інформувальну* (від об'єкта до суб'єкта). Зокрема зворотна інформація, як правило, є агрегованою та певним чином відфільтрованою [3]. Щодо ієрархічної структури, інформацію можна розділити на *керувальну*, *дорадчу*, *інформувальну* (рис. 3).

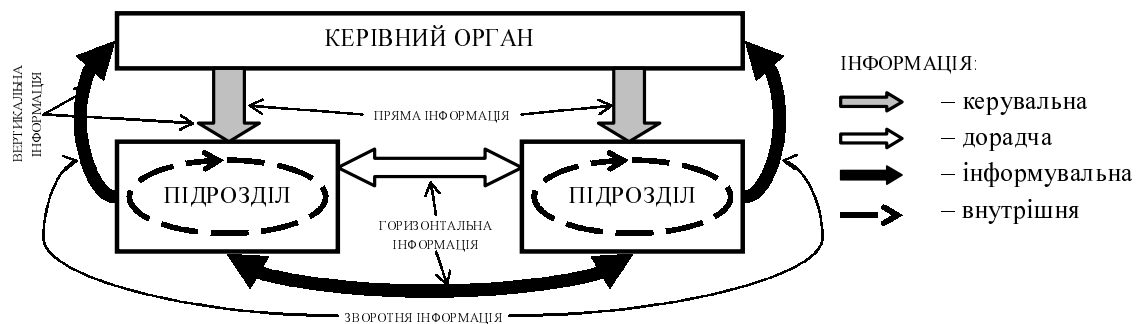


Рис. 3. Розподіл видів інформації в ієрархічній ланці управління

Розрізняють також *внутрішню* (про дану систему) і *зовнішню* (про навколишнє щодо системисередовище) інформацію. У цьому випадку основою для розрізнення є межі циркуляції інформації. Внутрішня і зовнішня інформація взаємопов'язані. Різке переважання внутрішньої інформації призводить до самоізоляції системи, яка втрачає функції елемента більш загальної системи. Врешті-решт це може призвести до дезорганізації системи, а інколи і до її знищення. У разі надлишку зовнішньої інформації система не в змозі асимілювати її, перетворити або нейтралізувати, що також негативно позначається на системі.

За сферою застосування інформації її можна поділити на *універсальну*, яка не має строго обмеженої сфери застосування, та *спеціальну* інформацію, що призначена конкретним споживачам для вирішення таких же конкретних задач.

За ступенем організації, впорядкованості інформацію поділяють на *систематизовану* – строго регламентовану в часі і просторі (об'єм, періодичність, терміни надходження), за складом показників, за формою подання (документована, по телефону, факсу, в усній формі і т.п.) та *несистематизовану* – невпорядковану або частково впорядковану.

Інформація може набувати різноманітних матеріальних форм, по-різному сприйматися людиною, циркулювати різними каналами, виражатися в певних структурних елементах і позиціях. З цієї точки зору розрізняють такі види інформації, як *візуальна* та *звукова*, *письмова* та *усна*, *радіо-* та *телеінформація*, *газетна*, *журнальна*, інформація, *втілена в художніх творах* і т.д.

Якщо розглянути класифікацію інформації, що циркулює у певній організації, то її можна подати у вигляді такої схеми (рис. 4). В основу класифікації покладено п'ять узагальнюючих ознак: місце виникнення інформації, стадія опрацювання даних, спосіб відображення інформації, стабільність інформації, функція управління.

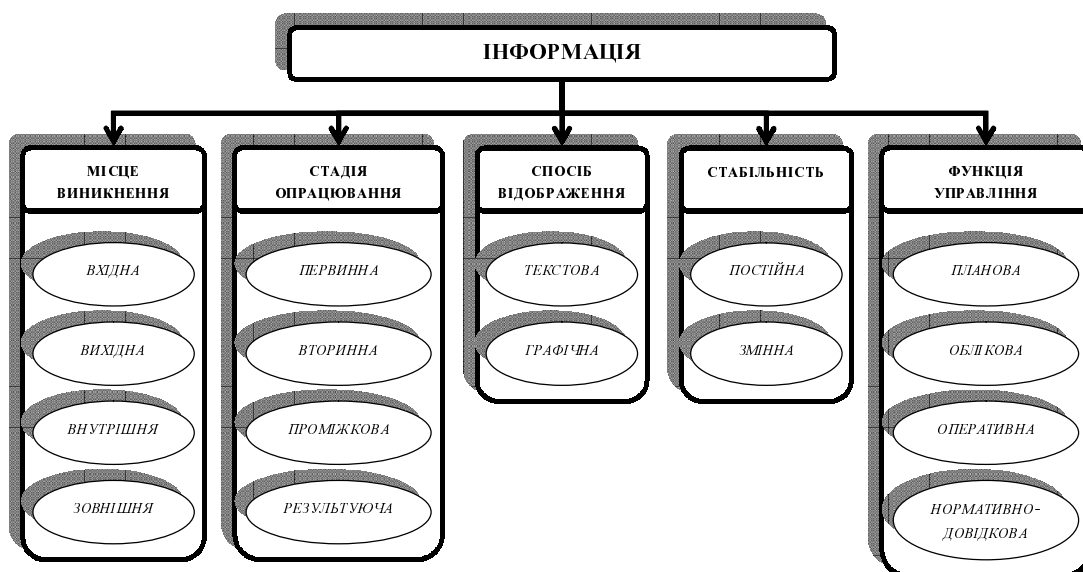


Рис. 4. Класифікація інформації, що циркулює в організації

Вхідна інформація – це інформація, що надходить до фірми або її підрозділів. *Вихідна* інформація – це інформація, що виходить з фірми чи підрозділу назовні. Одна і та ж інформація може бути вхідною для однієї фірми, а для іншої, що її виробляє, вихідною. *Внутрішня* інформація виникає усередині об'єкта, *зовнішня* інформація – за межами об'єкта.

Первинна інформація – це інформація, яка виникає безпосередньо в процесі діяльності об'єкта і реєструється на початковій стадії. *Вторинна* інформація – це інформація, яка виходить в результаті обробки первинної інформації і може бути проміжною та результуючою. *Проміжна* інформація використовується як початкові дані для подальших розрахунків. *Результуюча* інформація виходить в процесі обробки первинної та проміжної інформації і використовується для вироблення управлінських рішень.

Текстова інформація – це сукупність алфавітних, цифрових і спеціальних символів, за допомогою яких подається інформація на фізичному носії (папір, зображення на екрані дисплея). *Графічна* інформація – це різного роду графіки, діаграми, схеми, рисунки.

Змінна інформація відображає фактичні кількісні та якісні характеристики виробничо-господарської діяльності фірми. Вона може мінятися для кожного випадку як за призначенням, так і за кількістю. *Постійна* (умовно-постійна) інформація – це незмінна і багато разів використовувана протягом тривалого періоду (подекуди тимчасова) інформація.

Планова інформація – це інформація про параметри об'єкта управління на майбутній період. *Нормативно-довідкова* інформація містить різні нормативні та довідкові дані. Її оновлення відбувається досить нечасто. *Облікова* інформація характеризує діяльність фірми за певний минулий період часу. На підставі цієї інформації можуть бути проведені такі дії: скореговано планову інформацію, проаналізовано господарську діяльність фірми, ухвалено рішення щодо більш ефективного управління роботами та ін. *Оперативна* (поточна) інформація використовується в оперативному управлінні і характеризує виробничі процеси в поточний (даний) період часу. До оперативної інформації пред'являються серйозні вимоги щодо швидкості надходження та обробки, а також щодо ступеня її достовірності.

Загалом усю інформацію можна поділити на отриману з первинних джерел (дані, що зібрані спеціально для вирішення конкретних проблем чи питань) та отриману опосередковано (дані, що зібрані та опубліковані іншими).

Переваги та недоліки кожного виду інформації подані у табл. 2.

Таблиця 2

Переваги та недоліки інформації, отриманої з різних джерел

Вид інформації	Переваги	Недоліки
З первинних джерел	— збирається згідно з визначеною метою — методологія збирання відома і контролюється — всі результати доступні та можуть бути закриті для конкурентів — можна з достатньою точністю визначити надійність інформації	— збирання необхідної для прийняття рішення інформації може зайняти багато часу — можуть виникнути великі матеріальні затрати — деякі види інформації неможливо отримати безпосередньо
Опосередкована	— достатньо невеликий час збирання інформації — порівняно невисока ціна — різноманітність джерел інформації, що дозволяє порівнювати та зіставляти дані — можливість отримання інформації, яку неможливо отримати самотужки — суттєва допомога на стадії попереднього дослідження	— інформація може не цілком відповідати меті, бо збиралася для інших цілей — інформація може бути застарілою — можуть існувати протиріччя — невідома методологія збирання та обробки інформації — невідома цілісність інформації — неможливо оцінити надійність інформації

Інформація може характеризуватись двома взаємопов'язаними показниками – *кількістю* I , наприклад в бітах, та *невизначеністю*, вираженою через ентропію E .

Кожна складова будь-якої інформаційної структури рішення являє собою набір якісних та кількісних параметрів. Невизначеність інформації полягає в тому, що дійсні значення параметрів невідомі. Особа, що приймає рішення, може визначити лише інтервали L , які містять можливі значення цих параметрів. Для кожного рішення об'єктивно існує допустима точність задання інформації, тобто мінімальні інтервали δ значень параметрів, які забезпечують необхідну точність описання керованого процесу.

Якщо інформація про параметр відсутня, то інтервал L буде містити всі можливі значення цього параметра. В іншому крайньому випадку, якщо вся інформація про параметр відома, інтервал його можливих значень L буде збігатися з припустимим інтервалом точності $L=\delta$. При повній інформації інтервали L та δ перетворюються на точку.

Сьогодні існує декілька теорій інформації, кожна з яких пропонує свої методи визначення кількості інформації. Серед них виділяють такі:

1. Вірогіднісна теорія інформації, що ґрунтується на теорії вірогідностей. Кількість інформації в цій теорії вимірюється як логарифм від кількості можливих випробовувань: $I = \log n$. Одиниця вимірювання – біт.

2. Алгоритмічна теорія інформації, що ґрунтується на теорії алгоритмів [7]. Кількість інформації за цією теорією вимірюється як довжина програми, що дає змогу перетворити об'єкт A в об'єкт B . Іншими словами, $I = L[G(A, B)]$, де L – функція отримання довжини програми (в байтах чи бітах), а G – програма.

3. Логічна теорія інформації, що ґрунтується на фігурах математичної логіки. Кількість інформації в цій теорії вимірюється як $I = L(Q)$, де L – функція отримання довжини повідомлення (в кількості суджень), а Q – повідомлення. Тут $Q = \{S_1, S_2, S_3 \dots S_m\}$, де кожне судження має структуру типу $S_j = P_k(x_1 \dots x_n)$, в якій P_k – k -й предикат j -го судження, а x_i – i -та змінна j -го судження (об'єкт, ознака тощо).

Окрім того, відомим є метод, який дає змогу виявити різницю між банком інформації в момент часу $t_1 (I_{t_1})$ (відомою інформацією) і банком інформації у момент часу $t_2 (I_{t_2})$ (з приростом до відомої інформації – нової). Ця різниця становить приріст інформації: $DI = I_{t_2} - I_{t_1}$. Одиницями вимірювання тут можуть служити перелічені вище одиниці (біти, байти або судження).

Головними вадами цих теорій є те, що вони:

а) стосуються вимірювання кількості інформації лише в технічних пристроях, програмах та фігурах логіки;

б) у ряді випадків не можуть виміряти кількість інформації стосовно тих подій, які вже відбулися;

в) не можуть виміряти кількість семантичної інформації, зокрема в лінгвістичних об'єктах (наприклад, словах, реченнях тощо).

Згідно з однією з класифікацій [10] невизначеність поділяється на: невідомість, незнання, недостовірність, неоднозначність, фізичну невизначеність, лінгвістичну неоднозначність, лінгвістичну невизначеність. Очевидно, що інформація, яка використовується для зменшення різних типів невизначеності, є різною і її кількість та значимість вимірюється неоднаково.

Оскільки інформація характеризується досить різноманітними показниками, то не може бути єдиної міри кількості інформації, зручної у всіх випадках. Наприклад, кількістю міри інформації може бути складність обчислення за допомогою деякого універсального алгоритму. Очевидно подальше проникнення інформатики в ті напрями людської діяльності, де вона ще мало застосовується, зокрема в мистецтві, призведе до появи характеристик кількості інформації, що визначають її естетичне та художнє значення. Однак поки не створені прості, математично

виражені визначення міри кількості тієї або іншої властивості інформації, для оцінки її величини використовуються так звані експертні оцінки, тобто висновки фахівців у цій галузі. Вони свої оцінки дають на підставі особистого, досить часто дуже суб'єктивного досвіду. Професійне спілкування між експертами і творче обговорення предмета аналізу призводить до вироблення більш-менш загальноприйнятих критеріїв оцінки, які можуть врешті-решт стати основою для створення формальної міри, однозначної, як міжнародний еталон метра.

Форми адекватності та міри інформації

Важливою характеристикою інформації є її *адекватність*, тобто певний рівень відповідності створюваного за допомогою отриманої інформації образу реальному об'єкту, процесу, явищу і т.п. У реальному житті навряд чи можлива ситуація, коли можна розраховувати на повну адекватність інформації. Завжди присутня деяка міра невизначеності. Від ступеня адекватності інформації реальному стану об'єкта або процесу залежить правильність ухвалення рішень людиною.

Адекватність інформації може виражатися в трьох формах: *семантичній, синтаксичній та прагматичній*.

Синтаксична адекватність відображає формально-структурні характеристики інформації і не зачіпає її смислового змісту. На синтаксичному рівні враховуються тип носія і спосіб передачі інформації, швидкість передачі і обробки, розміри кодів подання інформації, надійність і точність перетворення цих кодів і т.п. Ця форма сприяє сприйняттю структурних зовнішніх характеристик, тобто синтаксичної сторони інформації.

Семантична (смілова) адекватність визначає ступінь відповідності образу об'єкта і самого об'єкта. Семантичний аспект припускає облік смислового змісту інформації. На цьому рівні аналізуються ті відомості, які відображає інформація, розглядаються смислові зв'язки. Ця форма існує для формування понять і уявлень, виявлення значення, змісту інформації та її узагальнення.

Прагматична (споживацька) адекватність відображає відповідність інформації меті управління, яка на її основі реалізується. Прагматичні властивості інформації проявляються тільки за наявності єдності інформації, користувача і мети управління. Прагматичний аспект розгляду пов'язаний з цінністю, корисністю використання інформації при виробленні споживачем рішення для досягнення своєї мети. Ця форма адекватності безпосередньо пов'язана з практичним використанням інформації, з відповідністю її цільової функції діяльності системи.

Якщо розглядається система, що може набувати (вибирати) один з N можливих станів, то актуальною є задача оцінки такого вибору, результату. Такою оцінкою може стати міра інформації (або події). Міра – це деяка неперервна дійсна невід'ємна функція, що визначена на множині подій і є адитивною, тобто міра остаточного (загального) об'єднання подій дорівнює сумі мір кожної події.

Кожній формі адекватності відповідає своя міра кількості інформації та об'єм даних.

Синтаксична міра інформації оперує із знеособленою інформацією, що не виражає смислового відношення до об'єкта.

Об'єм даних V_d у повідомленні вимірюється кількістю символів (розрядів) в цьому повідомленні. В різних системах числення один розряд має різну вагу і відповідно змінюється одиниця вимірювання даних.

Кількість інформації I на синтаксичному рівні неможливо визначити без розгляду поняття невизначеності стану системи (ентропії системи). Дійсно, отримання інформації про яку-небудь систему завжди пов'язане із зміною ступеня непоінформованості одержувача про стан цієї системи, тобто кількість інформації вимірюється зміною (зменшенням) невизначеності стану системи. Нижче буде детальніше розглянуто існуючі кількісні міри інформації.

Коефіцієнт, чи ступінь інформативності (лаконічність) повідомлення визначається відношенням кількості інформації до обсягу даних:

$$Y = I/V_A, \text{ причому } 0 < Y < 1.$$

Із збільшенням Y зменшуються обсяги роботи з перетворення інформації (даних) в системі. Тому природним є прагнення підвищення інформативності, для чого розробляються спеціальні методи оптимального кодування інформації.

Як **семантична міра** інформації для вимірювання смислового змісту інформації, тобто її кількості на семантичному рівні, найбільше визнання отримала тезаурусна міра, яка пов'язує семантичні властивості інформації із здатністю користувача приймати повідомлення, що надійшло. Для цього використовують поняття тезаурусу користувача.

Тезаурус – це сукупність відомостей, які має в своєму розпорядженні користувач або система.

Залежно від співвідношень між смисловим змістом інформації S і тезаурусом користувача S_K змінюється кількість семантичної інформації I_C , яка сприймається користувачем і вводиться ним надалі в свій тезаурус. Характер такої залежності показаний на рис. 5.

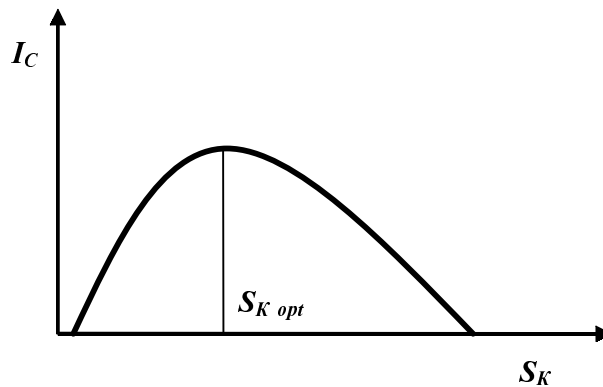


Рис. 5. Залежність кількості семантичної інформації, що сприймається користувачем, від його тезауруса: $I_C = f(S_K)$

Розглянувши граничні випадки, коли кількість семантичної інформації дорівнює 0 ($I_C=0$), побачимо, що:

при $S_K \approx 0$ користувач не сприймає, не розуміє інформацію, яка надходить;

при $S_K \rightarrow \infty$ користувач усе знає, отже інформація, яка надходить, йому не потрібна.

Максимальну кількість семантичної інформації користувач отримує при узгодженні її смислового змісту S зі своїм тезаурусом S_K ($S_K = S_{K opt}$), коли інформація, що надходить, зрозуміла користувачу і містить дані, не відомі йому раніше (відсутні в його тезаурусі).

Отже, кількість семантичної інформації в повідомленні, кількість нових знань, одержуваних користувачем, є величиною відносною. Одне і те ж повідомлення може мати смисловий зміст для компетентного користувача і бути безглуздом (семантичний шум) для користувача некомпетентного. При оцінці семантичного (змістовного) аспекту інформації необхідно прагнути до узгодження величин S і S_K .

Відносною мірою кількості семантичної інформації може бути коефіцієнт змістовності Z , який визначається як відношення кількості семантичної інформації до її обсягу: $Z = I_C / V_D$.

Прагматична міра визначає корисність інформації (цінність) для досягнення користувачем поставленої мети. Ця міра також є відносною величиною, що зумовлено особливостями використання цієї інформації в тій чи іншій системі. Цінність інформації доцільно вимірювати у тих же одиницях (або близьких до них), в яких вимірюється цільова функція. Для прикладу, в економічній системі прагматичні властивості (цінність) інформації можна визначити приростом економічного ефекту функціонування, досягнутим завдяки використуванню цієї інформації для управління системою.

Розглянемо детальніше кількісні міри інформації.

Міра різноманітності множини станів системи (міра Хартлі).

Підхід Р. Хартлі ґрунтується на фундаментальних теоретико-множинних, по суті комбінаторних засадах, а також деяких інтуїтивно очевидних припущеннях.

Вважатимемо, що якщо існує множина елементів і вибирається один з них, то це означає генерацію певної кількості інформації. Ця інформація полягає в тому, що якщо до вибору не було відомо, який елемент буде вибраний, то після вибору це стає відомим.

Якщо множина елементів, з яких здійснюється вибір, складається з одного – єдиного елемента, то його вибір приречений, тобто ніякої невизначеності вибору немає. Отже, якщо ми дізнаємось, що вибраний цей єдиний елемент, то не отримуємо жодної нової інформації, тобто отримуємо нульову кількість інформації. Якщо множина складається з двох елементів, то невизначеність вибору існує, але її значення мінімальне. У цьому випадку мінімальна і кількість інформації, яку ми одержуємо, дізнавшись про вибір одного з елементів. Із збільшенням кількості елементів у множині збільшується невизначеність вибору, а отже, ми отримуємо більшу кількість інформації, дізнавшись про те, який елемент був вибраний.

Нехай маємо N станів системи S (або N дослідів з різними, рівноможливими послідовними станами системи). Якщо кожен стан системи закодувати, наприклад, двійковим кодом певної довжини, то цю довжину необхідно вибрати так, щоби число всіх різноманітних комбінацій було би не меншим за N . Найменше число, при якому це можливо, задається формулою Хартлі:

$$H = k \log_a N,$$

де k – коефіцієнт пропорційності (залежить від вибраної одиниці виміру); a – основа системи, що розглядається.

Якщо вимірювання ведеться в системі:

експоненційній (натуральній), то	$k = 1,$	$H = \ln N$
двійковій	– $k = 1 / \ln 2,$	$H = \log_2 N$
десятковій	– $k = 1 / \ln 10,$	$H = \lg N$

Справедливим є твердження Хартлі: якщо у множині $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ виділити будь-який елемент $x_i \in X$, то щоб знайти його, необхідно отримати не менше, ніж $\log_a n$ одиниць інформації. Отже, щоб міра інформації мала практичну цінність, необхідно, щоб інформація була пропорційна числу вибірок.

Позитивною рисою формули Хартлі є її відстороненість від семантичних, якісних, індивідуальних властивостей системи, що розглядається. Та з іншого боку, ця формула не враховує розбіжності та відмінності розглядуваних N станів системи.

Ентропійна міра кількості інформації була введена К. Шенноном. Він визначив її через ступінь вирішення невизначеності вибору з множини альтернативних рішень [16]. Підхід К. Шеннона ґрунтується на теоретико-вірогіднісних засадах. Це пов'язано з тим, що історично теорія інформації Шеннона виросла з потреб теорії зв'язку, яка має справу із статистичними характеристиками передаваних повідомлень та каналів зв'язку.

Нехай існує деяка кінцева множина подій (станів системи) $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, які можуть відбуватися з вірогідністю $p(x_n) = p_n$. Початкова множина подій характеризується деякою невизначеністю – ентропією Хартлі, що залежить тільки від потужності множини. Але Шеннон узагальнює це поняття, враховуючи нерівновірогідність різних подій.

Формула К. Шеннона дає оцінку інформації незалежно, відсторонено від її змісту:

$$I = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i,$$

де n – число станів системи; p_i – ймовірність переходу системи в i -й стан, причому $\sum_{i=1}^n p_i = 1$.

Для випадку рівномірного закону розподілу густини вірогідності міра Шеннона збігається з мірою Хартлі. Фактично міра Шеннона – це інформаційна ентропія, або ентропія через недостатність інформації у системі (чи про систему). Нульовій ентропії відповідає максимальна інформація.

На відміну від формули Хартлі формула Шеннона враховує різноманітність станів системи, їх різновірогідність, однак не позбавлена недоліків, до яких можна віднести нездатність розрізняти стани з рівновірогідністю досягнення, неможливість оцінювати стан складних та відкритих систем і застосування тільки для замкнених систем.

Істотним є те, що для побудови міри Хартлі використовується лише поняття різноманітності, яке накладає на елементи початкової множини лише одну умову (обмеження) – повинна існувати можливість відрізняти ці елементи один від одного. В теорії Шеннона використовується статистика, причому передбачається, що випадкові події (стани системи) розподілені за нормальним законом.

Отже, відмінність між підходами Хартлі і Шеннона відповідає відмінності між непараметричними і параметричними методами в статистиці. Можна стверджувати, що міра Шеннона асимптотично переходить в міру Хартлі за умови, що вірогідність всіх подій (станів) однакова.

У статистиці доведена фундаментальна властивість ентропії випадкового процесу, яка полягає в тому, що за умови нормальності розподілу і достатньо великих вибірок всю множину подій можна розділити на дві основні групи: високовірогідні події (ті, які вважаються вартими уваги) та маловірогідні події (ті, які не заслуговують на особливу увагу). Причому високовірогідні події з високою точністю рівномірні. При збільшенні розмірності вибірки частка подій, що заслуговують на увагу, необмежено зменшується, і міра Шеннона асимптотично переходить в міру Хартлі. Тому можна вважати, що при великих нормально розподілених вибірках міра Хартлі є виправданим спрощенням міри Шеннона.

Окрім описаних існують і інші міри інформації, конкретизовані щодо певної сфери використання інформації.

Інформаційно-термодинамічний підхід (термодинамічна міра) пов'язує величину ентропії системи з недостатністю інформації (такою, що не поповнюється в принципі) про її внутрішню структуру. При цьому число станів за суттю визначає ступінь неповноти наших відомостей (знань) про систему. Нехай маємо термодинамічну систему (процес) S , а H_0 і H_1 – термодинамічні ентропії системи S у початковому та кінцевому станах термодинамічного процесу відповідно. Тоді термодинамічна міра інформації (негентропія) визначається формулою:

$$H(H_0, H_1) = H_0 - H_1.$$

Ця формула є універсальною для будь-яких термодинамічних систем. Зменшення $H(H_0, H_1)$ свідчить про наближення термодинамічної системи S до стану статичної рівноваги, а збільшення – про віддалення.

Припустімо, що на запитання про стан деякої термодинамічної системи до початку процесу можна отримати p_1 рівновірогідних відповідей, жодна з яких не має переваги над іншою, а після закінчення процесу – p_2 відповідей. Зміна інформації при цьому визначатиметься так:

$$\Delta I = k \ln(p_1 / p_2) = k(\ln p_1 - \ln p_2).$$

Якщо $\Delta I > 0$ – отримуємо приріст інформації, тобто відомості про систему стали більш визначеними, при $\Delta I < 0$ – менш визначеними, причому важливо, що не використовувалась явно структура системи (механізм проходження процесу). Величина ΔI може бути інтерпретована як кількість інформації, що необхідна для переходу від одного рівня організації системи до іншого ($\Delta I > 0$ – вищий рівень, $\Delta I < 0$ – нижчий рівень).

Термодинамічна міра застосовується до систем, що перебувають у тепловій рівновазі. Для інших систем, таких як, наприклад, живі біологічні системи, вона не підходить.

У біологічних науках широко застосовується так звана індексна міра – міра видової різноманітності. Індекс-міра стану основних біологічних, фізико-хімічних та інших компонент системи дозволяє оцінити силу їх впливу на систему, стан та еволюцію системи.

Енергоінформаційна (квантово-механічна) міра. Енергія (ресурс) і інформація (структура) – дві фундаментальні характеристики систем реального миру, що зв'язують їх (систем) речовинні, просторові, часові характеристики. Якщо A – множина "енергетичного походження", а B – множина "інформаційного походження", то можна визначити енергоінформаційну міру (системи $A \leftrightarrow B$) як відношення, зв'язок між цими множинами виду $f: A \rightarrow B$. Вона повинна відображати механізм взаємозв'язків фізико-інформаційних та речовинно-енергетичних структур і процесів у системі. Зараз актуально говорити про біоенергоінформаційні міри, що відображають механізм взаємозв'язків біофізикоінформаційних та речовинно-енергетичних структур і процесів у системі, в ноосфері.

Ризик та якість інформації

Вірогідність ризику прийняття хибного рішення залежить від якості та обсягу використаної інформації. Це припущення взято з неокласичної теорії ризику. Згідно з цією теорією при наявності декількох варіантів прийняття рішення (при рівних перевагах) вибирається таке рішення, при якому вірогідність ризику найменша. Логічно припустити, що з декількох варіантів рішень із однаковими перевагами вибирається таке, яке ґрунтується на якіснішій інформації. Отже, існує зв'язок між ризиком та інформацією. Більший ризик відповідає мінімуму/неякісній інформації і навпаки (рис. 6).

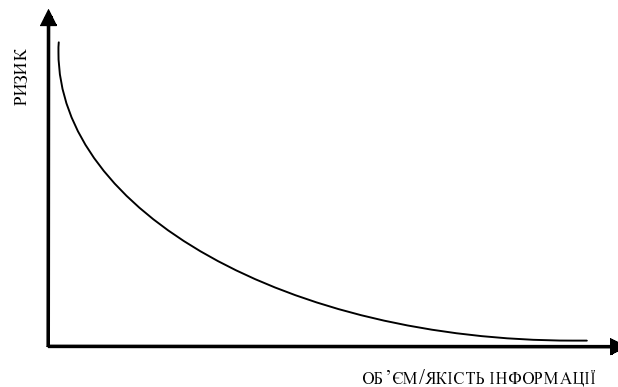


Рис. 6. Залежність ризику від обсягу/якості інформації

Проблема ризику тісно пов'язана з проблемою невизначеності у всіх її проявах, оскільки остання є джерелом ризику [10].

Одним з основних способів (якщо не єдиним) зменшення невизначеності проблемної ситуації є отримання усієї можливої і в першу чергу якісної інформації щодо цієї ситуації.

Перелічимо вимоги, що висуваються до якості інформації [11]:

- достовірність (коректність) інформації – ступінь наближення інформації до першоджерела або точність передачі інформації;
- об'єктивність інформації – ступінь відображення інформацією реальності;
- однозначність;
- порядок інформації – кількість проміжних ланок передачі інформації між першоджерелом та кінцевим споживачем;
- повнота інформації – відповідність вичерпності отриманих відомостей меті збирання інформації;
- релевантність – ступінь наближення інформації до суті питання або ступінь відповідності інформації поставленій задачі;
- актуальність інформації (значимість) – важливість інформації для оцінювання ризиків;
- вартість інформації.

Якісні сторони (характеристики) інформації, її корисність та цінність для управління визначаються мірою розкриття нею невизначеності в системі, змістом передаваних нею повідомлень.

Інформація може бути корисною (тією чи іншою мірою зменшувати невизначеність), може бути даремною або марною і зрештою, може бути дезінформацією, яка зменшує вірогідність прийняття правильного рішення.

Прогнозування як метод зменшення невизначеності

Одним зі способів полегшити процес прийняття рішення в умовах невизначеності є прогнозування – метод, у якому використовується як накопичений у минулому досвід, так і поточні припущення щодо майбутнього з метою його визначення.

За характером відображення властивостей уся наявна інформація про об'єкт прогнозування може бути віднесена до таких трьох видів:

- **Підсвідомі чи інтуїтивні** (неусвідомлені), джерелом якої можуть бути: досвід попередніх поколінь, надбаний досвід, знання, отримані в процесі навчання і т.п. Уява дозволяє перетворити цю інформацію в більш-менш формалізований якісний чи кількісний результат прогнозу. Це використовується при експертному прогнозуванні. У результаті може бути отриманий якісний (гірше, краще; більше, менше і т.п.) чи кількісний прогноз або план.

- **Предметна інформація** – це опис процесу чи стану об'єкта, який дається природною мовою. Наочне описання об'єкта прогнозування дозволяє одержати результат прогнозу з використанням формальних методів математичної логіки та логіки речень.

- **Формальні статистичні дані** одержують на етапі ретроспекції при аналізі об'єкта прогнозування, використовуючи дані офіційної статистики. Результатом прогнозування-планування на основі цих даних будуть кількісні оцінки. Формальні статистичні дані дозволяють розробляти і перевіряти статистичні гіпотези про адекватність прогнозних моделей, які використовують для отримання прогнозів.

При ухваленні рішень щодо об'єкта прогнозування використовують усі названі види інформації. Ступінь обізнаності про об'єкт визначається як абсолютною кількістю інформації кожного вигляду, так і співвідношенням перелічених видів інформації.

Результат якісного прогнозування може бути основою планування. Існують різноманітні прогнози: економічні прогнози, прогнози розвитку технологій, прогнози розвитку конкуренції, прогнози на основі дослідів та досліджень, соціальне прогнозування. Різні типи прогнозів використовують різні методи прогнозування, серед яких виділяють такі: *неформальні методи; кількісні методи; якісні методи.*

Для **неформальних методів** використовують такі види інформації:

- **Вербальна інформація** – це інформація, що часто використовується для аналізу зовнішнього середовища. До неї належить інформація з радіо- та телепередач, від постачальників, від споживачів, від конкурентів, отримана на різних нарадах і конференціях, від юристів, бухгалтерів і консультантів. Ця інформація легкодоступна, стосується всіх основних чинників зовнішнього оточення, що становлять інтерес для організації. Проте вона дуже мінлива і нерідко неточна.

- **Письмова інформація** – це інформація з газет, журналів, інформаційних бюлетенів, річних звітів. Ця інформація має ті ж переваги та недоліки, що і вербальна.

- **Промислове шпигунство.**

Кількісні методи прогнозування використовуються, коли є підстави вважати, що діяльність у минулому мала певну тенденцію, яка може продовжитися у майбутньому, і у випадку достатньої інформації для виявлення такої тенденції. До кількісних методів відносять:

- **Аналіз часових рядів.** Він ґрунтується на припущенні, за яким те, що трапилося у минулому, дає достатньо добре наближення для оцінки майбутнього. Аналіз проводиться за допомогою таблиці або графіка.

- **Причинно-наслідкове (каузальне) моделювання.** Математично найскладніший кількісний метод прогнозування. Використовується в ситуаціях з більш ніж однією змінною. Каузальне моделювання – прогнозування шляхом дослідження статистичної залежності між даним чинником та іншими змінними. З каузальних моделей найскладнішими є економетричні моделі, розроблені з метою прогнозування динаміки економіки.

Якісні методи передбачають прогнозування майбутнього експертами. Серед найпоширеніших методів якісного прогнозування виділяють:

- об'єднання і усереднення думок експертів в релевантних сферах. Неформальний різновид даного методу – “мозковий штурм”;
- думка ділерів або підприємств збуту, яка є дуже цінною, оскільки вони мають справу безпосередньо з кінцевими споживачами і знають їх потреби;
- прогноз, що ґрунтується на результатах опитування клієнтів організації;
- метод експертних оцінок, що ґрунтується на узгодженні думок групи експертів. За даним методом експерти з різних галузей заповнюють опитувальники із проблеми. Потім їм дають опитувальники, заповнені іншими експертами, і просять переглянути або аргументувати свою думку. Процедура повторюється 3–4 рази, поки в результаті не буде вироблене загальне рішення. Причому всі опитувальники анонімні, як і анонімні самі експерти.

При прогнозуванні доцільно застосовувати різноманітні методи та сукупності методів. Загалом інформація, отримана в результаті процесу прогнозування, дозволяє певним чином зменшити чи усунути невизначеність і, як наслідок, зменшити ризик прийняття неефективного рішення.

Висновки

У процесі досліджень було проведено класифікацію видів інформації стосовно інформаційних потоків, що циркулюють у певній організації, методів отримання та використання інформації; проаналізовано переваги та недоліки інформації, отриманої з різних джерел; розглянуто характеристики та міри інформації.

Запропоновано структуру СППР, яка орієнтована на прийняття рішень в умовах невизначеності, неповноти чи недостовірності інформації. Висвітлено роль інформації у прийнятті якісних рішень. Як один із шляхів ефективного подолання невизначеності в процесі прийняття рішень пропонуються методи прогнозування, які ґрунтуються як на інтуїтивних, так і на формальних статистичних даних.

1. Блюменфельд Л.А. Термодинамика, информация и конструкция биологических систем // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №7. – С.88–92.
2. Верес О.М., Катренко А.В., Рішняк І.В., Чаплига В.М. Управління ризиками в проектній діяльності. // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2003. – №489.
3. Вилкас Э.Й., Майминас Е.З. Решения: теория, информация, моделирование. – М.: Радио и связь, 1981. – 328 с.
4. Винер Н. Кибернетика и общество. – М., 1969.
5. Гришкин И.И. Понятие информации. – М., 199.
6. Кинев Ю.Ю. Оценка рисков финансово-хозяйственной деятельности предприятий на этапе принятия управленческого решения <http://www.cfin.ru/press/management/2000-5/06.shtml>
7. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия количества информации // Проблемы передачи информации. – 1965. – Вып.1. – Т.1. – С.3
8. Лийв Э.Х. Инфодинамика. Обобщенная энтропия и негэнтропия. – Таллинн, 1988. – 200 с.
9. Поплавский Р.П. Термодинамика информационных процессов. – М.: Наука, 1981.
10. Рішняк І.В. Системний аналіз категорій ризику та невизначеності // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2003. – №489.
11. Р-система: Введение в экономический шпионаж. Кн. 1,2. – М.: “ХАМТЕК ПАБЛИШЕР”, 1997.
12. Суханов А.П. Мир информации: история и перспективы. М., 1986
13. Хазен А.М. Введение меры информации в аксиоматическую базу механики. М.: РАУБ, 1998
14. Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М.: Мир, 1991.
15. Хартли Р. Передача информации // Теория информации и ее приложения. – М., 1959.
16. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 830 с.
17. Шрейдер Ю.А. Тезаурусы в информатике и теоретической семантике // НТИ. Сер.2. – 1971. – №3.