

**Б. М. Мізюк,**  
*д. е. н., професор кафедри "Інформаційні системи в менеджменті",  
 декан факультету менеджменту, Львівська комерційна академія*

## ІНФОРМАЦІЙНА ПРИРОДА УПРАВЛІННЯ

*У статті автором запропоновано підходи до розуміння природи інформації з позицій відображення реальних явищ та процесів, що дає можливість визначити їх якісний вираз та кількісну міру властивостей, взаємозв'язків та взаємодій. Об'єктивне відображення та суб'єктивне сприйняття інформації є основою управління протікаючими в реальності процесами.*

*The article suggested approaches to understanding the nature of the position information display real phenomena and processes that can determine their qualitative and quantitative expression as properties, relationships and interactions. Objective maps and subjective perception of information is the basis of leaking in reality processes.*

*Ключові слова: інформація, комунікація, інформаційна ентропія, джерело виникнення інформації, управління.*

*Key words: information, communication, information entropy, the source of information, control.*

### ВСТУП

Формування та функціонування соціально-економічних систем пов'язане з нескінченною кількістю різноманітних чинників, що пов'язані з протіканням неперервних та дискретних процесів та здійсненням сподіваних та несподіваних подій. А це породжує значну кількість проблем, вирішення яких неможливе без активного втручання суб'єкта, без уміння впливати та регулювати відповідні процеси, тобто без знання основ та набуття навиків управління. Однак, щоб управління було ефективним, потрібні обґрунтовані рішення, а вони неможливі без повної, достовірної та своєчасної інформації. Мова йде про те, що управління за своєю суттю є процесом інформаційним. Саме інформація виступає як предметом, так і результатом управлінської праці. Тому, щоб управляти результативно, потрібне глибоке розуміння природи та змісту інформації.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Соціально-економічним проблемам формування інформаційного суспільства на даний час приділяється значна увага наукової спільноти. Фундаментальні зміни, що відбуваються в світі, заставляють говорити про становлення нового типу суспільної формації, а саме — інформаційної. На даний час розрізняють різноманітний спектр понять та термінів, якими позначається база економіка майбутнього суспільства. Значною мірою це пояснюється складністю та багатогранністю самого феномена нового суспільства. Зокрема, використання таких понять, як "постіндустріальне", "інформаційне", "мережеве", "постекономічне", розкриває різні грані соціально-економічної формації майбутнього. Воно ґрунтується на виробництві та споживанні інформаційних продуктів та послуг, високотехнологічних засобах виробництва і, основне, на накопиченні та використанні знань як вищого ступеня інформації. Дослідження в даній сфері відрізняються складністю не лише внаслідок багатогранності його змісту, але й внаслідок відмінностей методологічних підходів, культурно-історичних особливостей, релігійних переконань, ментальності, географічних аспектів, характеру економічних систем тощо.

Вагомий внесок у розвиток теоретичних та прикладних положень становлення та розвитку інформаційного суспільства, зокрема "інформаційної" економіки, або економіки "знань", зробили такі вчені, як Ф. Міровські (США), А. Фриман (Великобританія), Ш.К. Сіткарим (Індія), ХуангМінью (Сінгапур), А. Гесковічі (Бразилія), Н. Штер (Німеччина), С. Бун (Бельгія), А.В. Ткаченко (Росія), Б.В. Сорвіров (Білорусь), С.А. Дятлов (Росія), Л.Г. Мельник (Україна), А.А. Чухно (Україна), В.А. Руденко (Україна), В.П. Семиноженко (Україна), В.І. Мунтіян (Україна) та ін. Їх праці присвячені як загальнотеоретичним питанням, так і розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, інноваціям і трансформаціям в інформаційному суспільстві, проблемам формування інтелектуального капіталу, соціальним та екологічним проблемам.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Одним із вирішальних факторів розвитку майбутнього суспільства є і залишиться рівень управління багатогранними процесами, що протікають в суспільстві, особливо, в економіці та виробництві. Оскільки управління є за своєю суттю інформаційним, то без розуміння його змісту, процесів виникнення, передачі, перероблення і використання, досягнути бажаних результатів неможливо. Тому дослідження природи інформації та її зв'язку з управлінням при становленні нового типу економіки, а саме — інформаційного, є важливою проблемою, що потребує глибокого вивчення. Оскільки поняття інформації має багатоаспектний характер, а логіка розвитку теоретичних поглядів методологічно інтерпретується на основі філософських та кібернетичних категорій, то проблема визначення її природи торкається, перш за все, становлення підходів до цього поняття з позицій його кількісного та якісного аналізу.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Термін "інформація" давно і широко використовується в науці, виробництві і побуті, але визначити його однозначно не так просто (лат. informatio-роз'яснення, повідомлення)[19]. Отже, інформація — це відомості про

якусь подію, діяльність, розвиток певного процесу, які розглядаються як результат передачі цих відомостей від об'єкта до суб'єкта. На нашу думку, інформація — це знання, які отримує суб'єкт у результаті сприйняття і переробки певних відомостей.

З наукової точки зору інформація належить до початкових, невизначених або аксіоматичних понять. Як відображення явищ реального світу, інформація розкриває суть явищ чи процесів через такі процедури, як збір, передача, перетворення і забезпечення суб'єкта достовірними відомостями [5]. В цьому відношенні інформація поєднує в собі чимало властивостей, а, щоб зрозуміти її суть, слід виділити найсуттєвіші характеристики інформації.

За своєю природою інформація є об'єктивною, оскільки вона відображає процеси, які проходять у реальних системах, і виражає якісну визначеність або кількісну міру властивостей, взаємозв'язків і взаємодій, що протікають в реальному житті [1]. Але інформація має й абстрактний характер. Це найбільш повно проявляється в описі різноманітних процесів з допомогою такої універсальної мови, як математика. Математичні описи, що мають суто абстрактний характер, дозволяють передбачити процеси та рухи реально існуючих об'єктів. Це означає, що інформація одночасно є і абстрактною, і конкретною [6]. Річ у тому, що та інформація, яку отримує суб'єкт з навколишнього середовища в натуральній формі, завжди конкретна, але суб'єкт негайно перетворює її в абстрактну, якою починає оперувати в процесі спілкування з іншими суб'єктами. Інформація завжди пов'язана з пам'яттю суб'єкта, в якій вона одночасно зберігається в двох видах: реальна, або об'єктивна інформація про навколишнє середовище реального світу, і абстрактна, що виступає в закодованому виді, де кодом виступає мова, якою володіє суб'єкт [17].

Щоб мислити та спілкуватися з іншими суб'єктами, доводиться займатися кодуванням і декодуванням, тобто переходити від образу до коду і навпаки. Та інформація, що спостерігається в навколишньому середовищі в натуральній формі і сприймається органами відчуттів, є первинною, а та, що отримується в закодованій формі в процесі навчання та мислення — вторинна. Саме вторинна інформація виділила людину з навколишнього світу, забезпечила передачу знань між поколіннями, а отже, і розвиток людського суспільства [3].

Важливим є те, що інформацію, як і енергію, слід віднести до реальних і матеріальних процесів. Але її особливість полягає в тому, що віддаляючись від процесу або об'єкта, що відображається, інформація не розсіюється, а служить засобом пояснення закономірностей реального світу і його перетворення.

В інформаційних процесах за аналогією з процесами праці присутні три моменти: власне праця, предмет праці, засоби праці. У матеріальному виробництві предмети праці в процесі праці під дією засобів і енергії перетворюються в продукти праці. В процесах, пов'язаних з інформацією, предметом праці, продуктом праці і певною мірою засобами праці виступає інформація. А саме: предметом праці виступають початкові відомості про стан того чи іншого об'єкта, явища чи процесу. Засобами переробки є різні види алгоритмів, а також програмні засоби перетворення даних. Продуктом виступає результативна інформація, що є основою для прийняття управлінського рішення [1].

З позицій кібернетики [7], інформація виступає як міра усунення невизначеності. В процесі дослідження інформаційних процесів у різних наукових сферах були розвинуті підходи, що пов'язують інформацію з впорядкуванням матерії та її атрибутів з різноманітністю матеріальних явищ та з неоднорідністю матерії та енергії.

Відзначаючи багатоаспектність терміна "інформація", слід враховувати, що вона містить і певну логіку розвитку теоретичних поглядів, які методологічно інтерпретуються на основі таких філософських категорій, як одиничне, особливе і загальне [2]. Одиничне, тобто інформація як відомості — співіснує з особливим, зокрема з інформацією, яка ліквідує невизначеність і провадить до загального — до інформації як неоднорідності, впорядкованості, різноманітності.

Інформація виступає одним із центральних понять кібернетики, таким же фундаментальним, як енергія для фізики. Загалом інформацію можна розглядати з трьох точок зору: технічної; семантичної (змістової); результативної (ефективності інформації) [11].

З технічної точки зору найважливішою характерною рисою виступає точність передачі інформації від відправника до отримувача. Ці проблеми розглядаються в теорії зв'язку, куди відноситься і кількісний бік передачі інформації. Інформативність даних в цьому випадку слід розуміти як кількість інформації, що міститься в цих даних і визначає їх цінність.

З позицій семантики, тобто змістового трактування інформації, проблема полягає в порівнянні змісту, що був закладений у початкових даних відправником, і змісті інформації, яка передалась отримувачу. Дані сприймаються отримувачем як інформація в тому випадку, коли в його "пам'яті" закладено поняття і моделі, що дозволяють зрозуміти зміст отриманих відомостей [10].

Щодо результативності, то проблема, насамперед, полягає в ефективності отримуваної інформації, тобто наскільки отримане повідомлення здійснило задум або сприяло здійсненню бажаної для отримувача події.

Хоч сама інформація не є матеріальною, але її носії — матеріальні. Наприклад, паперові носії (книжки, конспекти, листи, телеграми і т.п.), струми, радіохвилі тощо мають масу, вагу, розміри та енергію. Але інформація цих властивостей не має. Її можна отримати, записати, запам'ятати, забути, стерти чи передати. Не можна отримати інформацію звідти, де її немає. Разом з тим, інформація має таку характерну особливість, як здатність до збереження при її поширенні. Якщо ж, наприклад, суб'єкт отримав новину, тобто певну інформацію, то скільком іншим суб'єктам він її не передавав, кількість інформації від цього не зменшиться, а у всіх, хто її отримав, збільшиться. Під час поширення інформації її загальна кількість не зменшується, хоч у одних вона збільшується, а в тих, хто її поширює, — не зменшується [10].

Визначення поняття інформації, виявлення його змісту і обсягу є складною проблемою, пов'язаною зі встановленням загальних і суттєвих ознак цього поняття та виявленням класів об'єктів, яким притаманна інформація. На філософському рівні розглядаються дві концепції [16]. Згідно з першою передбачається, що інформація властива лише суспільству, живим створінням і кібернетичним пристроям. Тобто в цьому випадку інформація розглядається як кібернетична категорія. З цієї точки зору інформація виступає як суспільний феномен, однак розширення обсягу поняття інформації не розповсюджується на об'єкти неживої природи.

Згідно з другою концепцією [18] інформація виступає властивістю не лише кібернетичних, але й взагалі всіх матеріальних (і відповідно їх відображаючих абстрактних) систем. В цьому розумінні інформація притаманна і об'єктам неживої природи.

Існування цих підходів до розуміння поняття інформації свідчать, на наш погляд, про складний характер пізнання цього поняття. Виникнення теорії інформації і кібернетики призвело до переорювання інформації як чисто суспільного феномену, пов'язаного з соціальними, виробничими і, насамперед, управлінськими процесами. Використання теорії інформації в таких науках, як фізика, хімія, геологія тощо, розширило саме поняття інформації, а отже, розглядає його поза зв'язком з управлінням. З цих позицій поняття інформації має здатність розвиватись і його не слід розглядати як певне аксіоматичне фіксоване поняття в деякій формалізованій (скажимо, кібернетичній) теорії. Власне, аналіз цього поняття повинен не лише формально узагальнити результати кібернетики, теорії інформації і їх додатків, а дослідити сам процес розвитку цього поняття.

Важливим у розумінні природи інформації є положення про можливість існування не певного виду інформації, а цілої множини її специфічних проявів. Наявність такої, в принципі, безкінечної множини проявів інформації в живій і неживій природі, суспільстві і пізнанні ставить питання про визначення загального поняття інформації, виявлення її універсальних і суттєвих властивостей [10].

Виділення загальних ознак поняття інформації пов'язане з розв'язком питання про обсяг поняття. Дійсно, якщо вважати, що інформація — суто кібернетичне поняття, то найбільш загальною і суттєвою її ознакою слід шукати в її зв'язку з управлінням. Якщо ж вважати, що інформація притаманна об'єктам неживої природи, то ознаку слід шукати в її зв'язку зі структурою, впорядкованістю, організацією і т.д. Зрозуміло, що перелічення у визначенні поняття інформації всіх виявлених ознак є неприйнятним, оскільки поява нових ознак буде приводити до перевизначення. Тому потрібно виявити найбільш загальні тенденції розвитку поняття інформації і на цій основі встановити його зміст. З цих позицій слід звернути увагу на зв'язок інформації з такою загальною властивістю матерії, як відображення, а також такими філософськими категоріями, як відмінність і різноманітність. Визначення поняття інформації на основі понять відображення і різноманітності узгоджується з частковими його визначеннями на основі понять управління, структури, організації і т.п. Тим самим трактування інформації на основі категорій відображення і різноманітності матерії можна вважати найзагальнішим [12].

Розуміння інформації як відображення різноманітності реального світу наводить на думку про її суб'єктивний і об'єктивний характер. Як відображення в свідомості людини, інформація виражається в чутливих образах і в формах наукового пізнання. Поділ інформації на суб'єктивну і об'єктивну слід наводити за геоологічною ознакою. Об'єктивна інформація не є можливістю для самої матерії, а тільки можливістю для суб'єкта, який сприймає і використовує інформацію [10]. Саме в цьому сенсі слід розуміти термін потенційна інформація. Але виникає запитання, яким чином об'єктивна, тобто незалежна від суб'єкта, інформація перетворюється в суб'єктивну. Ось для цього і потрібен аналіз різних аспектів процесу відображення.

Осмислення поняття інформації, як відмічалось вище, пов'язане з поняттям відображення. Отже, слід підходити з того, що інформація пов'язується лише з впорядкованим відображенням, а різноманітні шуми — з неупорядкованим, хаотичним відображенням [22]. Зв'язок відображення та інформації дозволяє пояснити використання інформації в процесах управління. Саме ці процеси служать для впорядкування матеріальних об'єктів.

Інформація подається як зміст відображення. Таке трактування інформації йде від Н. Вінера [7], який дав визначення поняття інформації як "позначення змісту, отриманого із зовнішнього світу в процесі нашого пристосування до нього". Інформація як властивість матерії виступає суттєвою стороною не лише змісту відображення, а й його форми. Тим самим інформація характеризує як зміст того, що відображається, так і сам процес відображення.

Загальне визначення відображення не виключає того, що воно здійснюється і в середині самої системи, оскільки між її елементами завжди існує взаємодія. В цьому сенсі можна говорити про самовідображення як особливий вид відображення, і тут також присутня інформація. Вона не може існувати поза відображенням і будь-який її вид повинен бути пов'язаний з відповідним видом відображення. Визнаючи інформацію і відображення як властивості матерії, їх не можна роз'єднувати. В процесі відображення відбувається складний процес руху різноманітностей, тому дослідження щодо співвідношення інформації і відображення повинні виявити як роль різноманітності в процесі відображення, так і роль семантичних і прагматичних властивостей інформації [6].

Розуміння природи інформації також тісно пов'язане з поняттям різноманітності об'єктів реального світу. Об'єднуючи в єдине ціле концепції різноманітності та відображення, можна сказати, що інформація загалом — це різноманітність, яка виступає відображенням одного об'єкта в інший, тобто з позицій теорії відображення інформація може подаватися як різноманітність, яку містить відображуваний об'єкт і яку сприймає суб'єкт. В цьому випадку різноманітність виступає як абстрактна характеристика відображення [14].

Може здатися, що такий підхід суперечить розумінню інформації як різноманітності, яку матеріальний

об'єкт містить у самому собі, однак уявлення про інформацію як різноманітність, що відображена в структурі об'єкта, являє собою випадок, коли інформація виступає як відображена різноманітність. У такому випадку інформація розглядається як різноманітність, що отримується в результаті самовідображення.

Вищевикладене свідчить про те, що потрібно відізнати поняття інформації від поняття відображення і поняття різноманітності. Інформація не підміняє відображення. Вона не є відображенням у його певній сукупності властивостей і сторін, а лише характеризує той її бік, що відноситься до різноманітності. В той же час інформація — це не різноманітність взагалі, а лише та різноманітність, що відображена конкретним об'єктом. Отже, про інформацію можна говорити лише стосовно конкретного відображення і конкретної різноманітності. Те, що є інформацією в одному конкретному процесі відображення і в даному класі різноманітностей, може не бути інформацією стосовно інших процесів відображення і типів різноманітностей.

Глибина розуміння природи інформації тісно пов'язана з поняттям ентропії. Це пов'язано з формальною ідентичністю ентропії у фізиці та теорії інформації. Річ у тому, що ентропія — це фундаментальне поняття сучасної фізики. Закон незменшення ентропії, або другий закон термодинаміки, як і перший — закон збереження енергії — складають основу сучасної фізики. Поняття ентропії було введено як логічний розвиток термодинаміки Карно. Вона визначалась як відношення кількості тепла в тілі до його температури і постулювалась на основі твердження, що ентропія ніколи не зменшується. Подальший розвиток був пов'язаний зі статистичною термодинамікою, в основі якої була формула Больцмана — Планка, що пов'язувала ентропію зі станом системи,  $H = R \cdot \ln p$ , де  $H$  — ентропія систем,  $R$  — постійна Больцмана,  $p$  — термодинамічна ймовірність стану [22].

Більше того, поняття "ентропія", як виявилось, поширюється не лише на теплові процеси. Це поняття виявилось універсальним та невідворотним для всіх процесів. Другий закон термодинаміки перетворився у фундаментальний фізичний закон, який передіркав крах усіх впорядкованих структур. Якщо тепло, як визначає другий закон термодинаміки, завжди переходить від нагрітого тіла до більш холодного, то рано чи пізно у Всесвіті має встановитись одна і та ж температура. А це означає кінець життя у всіх його проявах.

Але життя виникло і продовжується, значить щось протидіє цьому законові. В пошуках цієї протидіючої сили з'явилось поняття негентропії, тобто такої всезагальної властивості матерії, що виступає як інформація. Основою для такого висновку послужила формальна аналогія, що прослідковується між ентропією ймовірності станів Больцмана — Планка та інформаційною ентропією К. Шеннона. Отже, це наводить на думку, що інформація — це фізична величина, наприклад, така як ентропія, а тому характеризує процеси як в природних фізичних системах, так і в штучно створених [22].

Коли йдеться про вторинну інформацію, для якої Р. Хартлі та К. Шеннон запропонували методи виміру, то вона виступає як нематеріальна, оскільки не може бути виміряна ні в одиницях енергії, ні в одиницях маси чи будь-яких інших. Тому ця інформація існує незалежно від енергії і маси і не потребує їх використання для свого існування. Але вона не може існувати без матеріального світу, тому що є його перетвореним відображенням у пам'яті людини. В цьому відношенні інформацію слід розглядати як організоване за певними правилами просторове розміщення матерії. Це підтверджується і тим, що первинна інформація, яка сприймається людиною, завжди представляється у вигляді образів, тобто у вигляді форми, розмірів, структури, взаєморозміщення навколишніх предметів, що знаходяться в просторі. В цьому відношенні інформація зв'язана з геометрією, як наукою про форми структури матерії. Саме тому У.Р. Ешбі трактує поняття інформації, використовуючи насамперед геометрію [24]. Він виходить з того, яка існує інформаційна сторона взаємодії матерії, що визначає її розвиток. Вона залежить не від енергії, а від простору. Причому інформаційна взаємодія визначає напрям руху. При цьому



Рис. 1. Схема каналу передачі інформації

енергетична сторона не виключається, але вона не впливає на інформаційну сторону.

Поняття інформації пов'язане з динамічними процесами взаємодії джерела виникнення або передавача інформації і приймача [21]. Сама передача здійснюється за наявності каналу зв'язку. Загальна схема передачі інформації зображена на рис. 1.

В операторному вигляді передачу інформації можна подати як послідовність операторів:

$$\begin{aligned} A\{V_1\} &= \{U_1\} & (1); \\ B\{U_1\} + \{W\} &= \{U_2\} & (2); \\ C\{U_2\} &= C\{B\{U_1\} + \{W\}\} = \{V_2\} & (3). \end{aligned}$$

У цих виразах:  $A$  — оператор перетворення повідомлення  $V_1$  в сигнал  $U_1$ , він повинен задовольнити умову ізоморфізму, тобто початкове повідомлення  $V_1$  повинно бути подібним сигналові  $U_1$ ;  $B$  — оператор, що перетворює сигнал при його поширенні по лінії зв'язку, він повинен враховувати появу перешкоди  $\{W\}$ , а також спотворення і затухання сигналу  $U$ ;  $C$  — оператор перетворення в приймачі, який відновлює повідомлення з сигналу, що надійшов з каналу зв'язку. Як правило,  $\{V_1\} \neq \{V_2\}$ .

Питаннями передачі інформації і формального визначення її кількості займається теорія інформації, що виникла як теорія передачі даних і в початковому трактуванні ототожнювалася з теорією зв'язку [23]. На сьогодні, методи теорії інформації застосовуються в метрології, нейрофізіології, лінгвістиці, семіотиці та інших галузях знань.

До важливих проблем, що досліджуються теорією інформації, належить проблема ефективного використання каналів зв'язку, їх граничної пропускної здатності і надійності, тобто здатності доставляти інформацію з мінімальними втратами і спотвореннями. Поняття про кількість інформації і можливості її виміру є основою теорії інформації. Ці питання були розроблені американським математиком та інженером К.Шенноном [23]. З цього часу почалося інтенсивне становлення теорії інформації і поглиблене дослідження питань про вимір її кількості.

Однак, це не означає, що до К. Шеннона не було намагань кількісного виміру інформації. Поняття про кількісне співвідношення між інформацією і ступенем впорядкованості системи в фізиці з'явилося ще у працях фізика Больцмана. Перші пропозиції про загальні способи виміру кількості інформації були розроблені Фішером під час розв'язку задач математичної статистики [15]. У рамках розв'язку задач збереження і передачі інформації каналами зв'язку питаннями визначення кількості інформації також займалися Нейквіст і Хартлі [21].

Загальною рисою, властивою для всіх методів кількісного виміру інформації, є абстрагування від змісту інформації. Це схоже на те, що математика оперує з кількісними співвідношеннями, не вдаючись до суті і фізичної природи об'єктів, що стоять за цими співвідношеннями. Якщо абстрагуватись від семантики повідомлень, тобто конкретного змісту тих подій, про які передається інформація, то відповідним моментом для інформаційної оцінки подій залишається лише сукупність відмінних одна від одної подій і відповідно повідомлень

про них. При передачі повідомлень відбувається їхнє кодування. При цьому використовується певний алфавіт, знаючи який, можна визначити інформаційну місткість системи, що передає інформацію і кількість інформації в повідомленні.

Зокрема, один з підходів, який базується на тому, що алфавіт повідомлень має дискретний характер, був запропонований Р.Хартлі і має назву структурного [21]. При його використанні береться до уваги можливість отримання від джерела деякої дискретної множини повідомлень. Якщо кількість можливих повідомлень у цій множині дорівнює  $N$ , то, за Хартлі, кількість інформації  $I_1$ , що припадає на одне повідомлення, визначається логарифмом загального числа можливих повідомлень  $N$ , тобто  $I_1 = \log N$ .

Якщо повідомлення виходять від двох незалежних джерел, що містять  $N_1$  і  $N_2$  повідомлень відповідно і передаються одним каналом, то загальне число можливих складних повідомлень від цих двох джерел буде:  $N = N_1 \times N_2$ , оскільки кожне повідомлення від одного джерела може бути об'єднане з кожним повідомленням від іншого джерела. Тому кількість інформації, що припадає на одне повідомлення, буде таким:

$$I_1 = \log N = \log N_1 \times N_2 = \log N_1 + \log N_2 \quad (4).$$

Таким чином, виявляється важлива властивість логарифмічної функції для визначення міри інформації, а саме — властивість адитивності. Тобто кількість інформації на повідомлення дорівнює сумі кількості інформації, які були б отримані на одне повідомлення від двох джерел, взятих окремо. Слід відзначити, що логарифмування можна проводити на будь-якій основі, але найзручніше брати логарифм при основі 2.

Недолік структурного методу, на наш погляд, полягає в тому, що при його використанні не враховується різна ймовірність надходження повідомлень від джерела. Тому більш прийнятним є статистичний підхід до визначення кількості інформації. В його основу покладено не тільки різну кількість повідомлень від джерела, а й різну ймовірність отримання тих чи інших повідомлень приймачем. Такий підхід було запропоновано К. Шенноном у 1948 р. Однак і цей підхід не враховує внутрішнього змісту повідомлень і їх цінності для отримувачів.

Очевидно, що більшість джерел інформації характеризується неоднаковою ймовірністю подій, що в них фіксується, а отже, неоднаковою ймовірністю появи повідомлень про ці події. Таким чином, поява подій носить риси більшої чи меншої невизначеності. Ступінь цієї невизначеності встановлюється ймовірними характеристиками джерела повідомлень [5]. Для порівняння подібних ймовірних джерел необхідна числова оцінка ступеня невизначеності появи відповідних подій.

Розглянемо джерела, в яких настання подій мають  $n$  рівноймовірних результатів. Будемо вважати, що невизначеність  $H$  результатів подій залежить від кількості можливих результатів, тобто  $H = f(n)$ . Як вказувалось вище, за функцію  $f$  доцільно обрати логарифмічну функцію  $f(n) = \log n$ .

Якщо  $n=2$ , то  $H = \log 2 = 1$ . В цьому випадку приходимо до загальноприйнятої одиниці виміру невизначеності, яка називається бітом (bit), або двійковою одиницею інформації. Біт являє собою невизначеність, що міститься в одній події, що має два рівноймовірних результати. Якщо говорити про  $n$  рівноймовірних результатів, то:

$$H = \log_2 n = n \frac{1}{n} \log_2 n = n \left( -\frac{1}{n} \log_2 \frac{1}{n} \right) \quad (5),$$

але  $\frac{1}{n} = p$  — це ймовірність будь-якого з  $n$  рівноймовірних результатів події. У цьому випадку:  $H = n(-p \log_2 p)$   
Нехай деяка подія характеризується таблицею ймовірностей табл. 1.

Зрозуміло, що  $\sum p_i = 1$ .

Тоді формулу (5) можна представити у такому вигляді:

$$H = -p \log_2 p_1 - p_2 \log_2 p_2 - \dots - p_i \log_2 p_i - \dots - p_n \log_2 p_n = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \text{ тобто } H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i. \quad (6)$$

Остання формула співпадає з виразом ентропії в статистичній фізиці. Причому це співвідношення має не тільки формальний, а й змістовний характер. Величина  $H$  називається ентропією настання певної події.

Ентропія (грец. — поворот, зміна, перетворення) — це кількісна міра невизначеності ситуації, або міра інформації про стан системи, або кількість інформації, якої не вистачає для повної ліквідації невизначеності в системі [8]. Ентропія розглядається як кількісна характеристика ступеня організованості систем.

Міра інформації, що ліквідує неорганізованість системи, і ентропія цієї системи перебувають у залежності:  $I = -H$ , або  $I = \sum p_i \log_2 p_i$  (7).

Знак "мінус" у формулі перед  $H$  не означає, що ентропія є від'ємною величиною. Оскільки  $0 < p < 1$ , а логарифм при основі 2 такого числа є завжди величиною від'ємною, то результат є величиною додатною.

Розглянемо деякі особливості ентропії.

1. Ентропія — число додатне (в граничному випадку  $H=0$ ).
2. Ентропія певного явища наближається до нуля, коли ймовірність появи цього явища  $p_i$  наближається до 1.
3. Ентропія  $H=0$ , якщо це явище однозначно визначене.
4. Максимум ентропії відповідає найбільшій невизначеності, тобто рівності ймовірностей всіх можливих явищ.
5. Ентропія складного досліду, в якому важливий порядок результату і досліди  $\alpha$  і  $\beta$  незалежні між собою, визначається за формулою:

$$H(\alpha; \beta) = H(\alpha) + H(\beta) \quad (8)$$

Тобто ентропія складного досліду дорівнює сумі ентропій незалежних дослідів.

Кількість інформації або інформаційний зміст прийнятого повідомлення визначається як різниця між невизначеністю до прийняття ( $H$ ) і після прийняття повідомлення:  $I = H - H_i$ . Для визначення інформативності прийнятого повідомлення використовують залежність [4]:

$$I = \frac{H_{\max} - H}{H_{\max}}, \text{ де } H_{\max} \text{ отримується, коли } p_i = \frac{1}{n} \quad (9)$$

Введення поняття "ентропія" виявилось суттєвим для розвитку теорії інформації і, разом з тим, формальна ідентичність ентропії з аналогічним поняттям у фізиці змушує замислитись щодо суті та глибини поняття "інформація".

Розглянутий метод виміру кількості інформації повністю ігнорує її зміст і корисливість для досягнення мети, тобто її цінність. Дійсно, кількість інформації, що визначається формулою, аж ніяк не пов'язана зі змістовністю і корисливістю цієї інформації для користувача. Формула дає можливість здійснити спрощений структурний підхід, що є характерним для таких технічних систем, як телефон, факс, телеграф, комп'ютер, комп'ютерна мережа і т.п. Такий підхід є виправданим з точки зору секретаря-друкарки або телеграфістки, що витрачають час на друкування та передачу повідомлень. Їх інтерес полягає в тому, щоб за одиницю часу обробити більшу кількість символів. Щодо змісту того, що друкується або передається, то їх це зовсім не цікавить.

У практичній діяльності людей цікавить не стільки формально-структурний підхід до виміру кількості інформації, як зміст і практична цінність отриманої інформації для конкретного користувача. У всіх випадках, коли йдеться про інформаційні повідомлення, всі вони виражаються певними знаками, словами, мовою. Отже, знаком називається умовне зображення елемента повідомлення. Слово виступає як сукупність знаків, яка

має змістове значення, а мова — це словник і правила користування ним. Таким чином, розмірковуючи про кількість, зміст і цінність інформації, слід виходити із можливостей аналізу знакових структур. Цими питаннями займається така галузь знань, як семіотика [9].

Семіотику визначають як комплекс наукових теорій, що вивчають різні властивості знакових систем, тобто систем об'єктів різної природи, які називаються знаками, кожному з яких поставлено у відповідність деяке значення. В такому розумінні знаковими системами є звичайні і штучні мови, такі як мови програмування, інформаційні мови, логічні, математичні і хімічні символи тощо. При розгляді семіотичної проблематики виділяють її три основні аспекти: синтаксис, семантику і прагматику [12].

Синтаксис вивчає способи сполучення знаків і правила утворення цих сполучень і їх перетворень безвідносно до їх значень і функцій. Таким чином, розглянутий нами структурний і статистичний способи визначення кількості інформації в повідомленнях можна віднести до синтаксису. Семантика вивчає знакові системи як засоби виразу певного змісту і правила інтерпретації знаків і їх сполучень, тобто вивчає змістову сторону мови. Прагматика розглядає співвідношення між знаковими системами і їх користувачами, або приймачами-інтерпретаторами повідомлень. Іншими словами, до прагматики відносяться вивчення практичної корисливості знаків, слів і відповідно повідомлень, тобто споживча сторона інформації [13].

Семантичний аспект визначення кількості інформації перебуває в стадії розвитку. Викликає інтерес запропонований Р. Карнапом і Бар-Хіллером підхід, що базується на визначенні величини семантичної інформації через логічну ймовірність. Вона являє собою міру підтвердження результатів певної події. При цьому кількість семантичної інформації зростає в міру зменшення ступеня апіорного підтвердження появи певної події. Очевидно, що коли логічна ймовірність дорівнює 1, тобто результати підтверджуються емпіричними даними, то кількість семантичної інформації дорівнює нулю. І навпаки, в міру зменшення ступеня підтвердження результатів, тобто зменшення апіорного значення, кількість семантичної інформації зростає [12].

Таким чином, міра семантичної інформації враховує не лише структуру і зміст самого повідомлення, що розглядається ізольовано, а й запас знань у одержувача (користувача) інформації. Тобто міра семантичної інформації вказує, яку новизну несе одержувачеві повідомлення в порівнянні з тим, що він уже знав.

Визначення інформаційної змістовності повідомлень ґрунтується на врахуванні "запасу знань" приймача або користувача інформації. Необхідною умовою інформативності і змістовності повідомлень для користувача є наявність у останнього певного багажу знань. Тобто наявність певного словника, за допомогою якого він може певним чином інтерпретувати отримані повідомлення. Отже, можна стверджувати, що семантична інформація одного і того ж повідомлення є неоднаковою для різних користувачів і залежить від рівня їх знань або, як прийнято говорити, від їх тезаурусу.\*

З позицій управління важливе значення має прагматичний аспект до визначення кількості інформації. З розуміння суті поняття "інформація" вже випливає, що однією з характеристик її властивостей є використання в процесі управління. А якщо так, то можна її оцінити не лише з структурно-статистичної чи семантичної позицій, а й з позиції її корисності, цінності і доцільності для досягнення поставленої мети [12].

Кожне повідомлення, що отримується системою управління, цікаве не лише з точки зору пізнавальних характеристик ситуації, що розкривається, а, насамперед, з точки зору прагматичності, тобто корисності і цінності для виконання певних функцій управління. "Прагма" в перекладі з грецької означає дію, практику [20]. Отже, виходячи з цього, міру цінності інформації можна визначити як зміну ймовірності досягнення мети при отриманні

\* Тезаурус (грец. — скарб) у вузькому понятті — це словник, в якому вказані не лише значення окремих слів, а й змістовні зв'язки між ними, що служать для пошуку слів певної мови за їх змістом.



інформації. В цьому випадку міра цінності інформації визначатиметься за формулою:

$$I_{\Delta} = \log_2 p_1 - \log_2 p_2 = \log \frac{p_1}{p_2} \quad (10),$$

де  $p_1$  — ймовірність досягнення мети до отримання інформації;

$p_2$  — ймовірність досягнення мети після отримання інформації.

При цьому можливі три такі випадки.

1. Отримана інформація не може змінити ймовірність досягнення мети: в цьому випадку  $p_1 = p_2$ , тоді  $I_{\Delta} = 0$  і така інформація називається порожньою.

2.  $p_1 > p_2$ , тоді  $I_{\Delta} = \log \frac{p_1}{p_2} > 0$ , тобто інформація є позитивною.

3.  $p_1 < p_2$ , тоді  $I_{\Delta} = \log \frac{p_1}{p_2} < 0$ , тобто отримана інформація має від'ємний знак і в цьому випадку вона називається дезінформацією.

Узагальнюючи вищевикладене, можна зробити деякі висновки щодо природи інформації:

— інформація — це всезагальна властивість матерії, що поряд з енергією визначає параметри руху і проявляється в спрямованості і утворенні впорядкованих форм існування матерії як результату інформаційної взаємодії;

— будь-яка взаємодія в природі та суспільстві відбувається на основі інформації. Причому інформаційна сторона взаємодії визначається законом збереження інформації, а саме: інформація зберігає своє значення незмінним до того часу, поки залишається в незмінному вигляді носій інформації — пам'ять. А також принципом мінімуму дисипації енергії;

— інформація та інформаційна взаємодія розвивається разом з розвитком матерії, створюючи тим самим основу для появи більш адаптивних форм матеріального світу, що перешкоджають дії другого закону термодинаміки. Результатом розвитку інформаційної взаємодії є поява керованої інформаційної взаємодії, яка визначає біологічні та соціальні процеси розвитку;

— інформація, хоч і об'єктивна, але нематеріальна властивість матерії, тобто вона не має фізичної величини виміру;

— важливу властивість інформації виступає її здатність до кодування і передачі за допомогою різних фізичних полів на відстань, що визначається енергією цих полів. Закодованою є вторинна інформація, на відміну від первинної, тобто структури, форми або напрямку руху матеріальних речей;

— кількісним вимірювання інформації займається така наука, як теорія зв'язку, що займається вирішенням проблеми ефективного використання каналів передачі даних, їх граничної пропускної здатності та надійності. Структурний метод визначення кількості інформації, запропонований Р. Хартлі, і статистичний метод К. Шеннона не враховують внутрішнього змісту інформації та її цінності для суб'єкта, однак вони приводять через невизначеність до поняття ентропії та її взаємозв'язку з інформацією через логарифмічну функцію;

— семіотичний підхід до розуміння природи інформації дає можливість враховувати не лише структуру, але й зміст повідомлення і, що дуже важливо, запас знань у одержувача інформації. Тобто встановлюється міра семантичності інформації, що дозволяє встановити рівень новизни для суб'єкта і використати отриману інформацію в управлінні при прийнятті відповідного рішення.

## ВИСНОВКИ

Перехід до інформаційного суспільства потребує дослідження закономірностей і напрямів можливих соціально-економічних трансформацій та встановлення принципів, на основі яких вони можуть бути реалізовані. Становлення та видозміна економічних про-

Таблиця 1. Таблиця ймовірностей появи результатів

Результати події	$A_1$	$A_2$	...	$A_i$	...	$A_n$
Ймовірності	$P_1$	$P_2$	...	$P_i$	...	$P_n$

цесів пов'язана, перш за все, з проблемою використання інформації. Інформаційні аспекти економіки пов'язані з розвитком теорії прийняття рішень, теорії ігор, економіки інновацій, теорії організацій, інформаційних технологій, економіки знань тощо. Цей розвиток повинен базуватись, перш за все, на глибокому розумінні суті та змісту інформації. З цих позицій викладений в основній частині статті матеріал є спробою підійти до природи цього поняття як зі сторони таких філософських категорій як відображення, різноманітність, так і кібернетики, коли інформація пов'язується з управлінням, кількісним виміром, ентропією та комунікаціями.

## Література:

1. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. — М., 1994. — 186 с.
2. Афанасьев В.Г. Научное управление обществом. Опыт системного исследования. — М.: Политиздат, 1968. — 431 с.
3. Афанасьев В.Г. Общество: системность, познание и управление. — М.: Политиздат, 1981. — 341 с.
4. Берг Л.И. Кибернетика — наука об оптимальном управлении. — М.: Энергия, 1964. — 64 с.
5. Бир С.Т. Кибернетика и управление производством. — М.: Физматгиз, 1963. — 275 с.
6. Бриллюэн Л. Научная неопределённость и информация. — М.: Мир, 1966. — 213 с.
7. Виннер Н. Кибернетика или управление и связь в животом и машине. — М.: Связь, 1968. — 147 с.
8. Гончарук Я.А., Мизюк Б.М., Хмиль Ф.И. Имитационные модели в управлении торговым процессом// Сов. потреб. кооп. — 1982. — № 3.
9. Дружинин Г.В., Сергеева И.В. Качество информации. — М.: Радио и связь, 1990. — 169 с.
10. Земан Иржи. Познание и информация: пер. с чешск. — М.: Прогресс, 1966.
11. Каныгин Ю.М. Информатизация управления: социальные аспекты. — Киев: Наук. думка, 1991. — 156 с.
12. Карнап Р. Значения и необходимость. Исследование по семантике и модальной логике/Пер. с англ. Н.В. Воробьева. — М.: Изд-во. иностр. л-ры, 1959. — 261 с.
13. Кондрашина Е.О., Литвинцева А.В., Поспелов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах/Под ред. Д.А. Поспелова. — М.: Наука, 1989. — 328 с.
14. Лейбниц Г. Избранные философские сочинения — М., 1908.
15. Нейман Ю. Вводный курс теории вероятностей и математической статистики: пер. с англ. — М.: Наука, 1968. — 328 с.
16. Поспелов Д.А., Пушкин В.Н. Мышление и автомат. — М.: Сов.радио, 1972. — 311 с.
17. Представление и использование знаний: пер. С япон./ Под ред. Х. Уэно, М. Исудзука. — М.: Мир, 1989. — 220 с.
18. Система, Симметрия, Гармония/Под ред. В.С. Тютютина, Ю.А.Урманцева — М.: Мысль, 1988. — 315 с.
19. Словарьиностранных слов. — 7-е изд. — М.: Русский язык, 1980. — 662 с.
20. Словник іншомовних слів / За ред. О.С. Мельничука. — Київ: УРЕ, 1974. — 776 с.
21. Хартли Р.В. Передача информации. — В кн.: Теория информации и её приложения. — М.: Изд-во иностр. лит., 1959. — 286 с.
22. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике / Сб. статей. — М.: Изд-во. Иностран. Л-ры., 1963. — 829 с.
23. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. — М.: Мир, 1978. — 213 с.
24. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. — М.: Мир, 1959. — 288 с.

Стаття надійшла до редакції 23.11.2011 р.