

В. М. Сидоренко, канд. екон. наук,
Київський національний економічний університет

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПРОСТІР ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Поняття інформаційного простору використовується сьогодні у найрізноманітніших контекстах. Частіше за все — як позначення тієї частини суспільних інститутів, що забезпечують нагромадження та розповсюдження інформації, знань: наука, освіта, засоби масової інформації, книговидавництва і т. п. Очевидно, що процеси управління, особливо якщо мати на увазі комунікацію, обмін інформацією, відбуваються у певній підмножині подібного інформаційного простору — інформаційному просторі управління (ІПУ). Говорячи про ІПУ, частіше за все мають на увазі певну якісну модель простору, субстанцією якого є інформація. Однак, як відомо, знання не існують самі по собі. Їх творцями та користувачами є «інформаційні суб'єкти», які створюють інформацію, здатні її сприймати, оцінювати та використовувати. Можна, наприклад, стверджувати, що «інформовані» суб'єкти «притягають інформацію з ІП», а «неосвічені» (тобто «не інформовані») — володіють «меншою силою притягання».

Однією з важливих особливостей управління соціально-орієнтованими системами є, на наш погляд, значний відсоток процесів обміну інформацією між людьми. В керуванні соціально-орієнтованими системами ця особливість стає головною. Суспільство, соціум є не що інше, як складний конгломерат інтересів, думок, протиріч, цінностей, оцінок, бажань, які, принаймні дотепер, залишаються прерогативою людини. У такого роду системі будь-які зміни пов'язані з обміном інформацією, з комунікацією.

Аналіз, чи хоча б опис, таких процесів неминуче приводить до використання узагальнюючих понять, таких, як, наприклад, «ноосфера», «цивілізація», чи, якщо акцентувати увагу на самих процесах комунікації, — такого нечіткого і багатозначного поняття як «інформаційний простір».

Цінність зазначеної якісної моделі значно зростає, якщо внести в неї деяку кількісну міру, що дозволяє точно оцінювати, описувати і досліджувати комунікаційні процеси в ІП. На перший погляд, як подібну міру можна використовувати міру «кількості інформації», запропоновану К. Шенноном і У. Уївером у відомій багатьом роботі «Математическая теория связи». Ця теорія у подальшому отримала назву «теорія інформації». Однак така назва для неї виявилася не зовсім точною. До цього висновку прийшли багато вчених. У їхньому числі і «батько» кібернетики Н. Вінер [2], і фахівець в області керування Ст. Бир [1], і

багато інших [5, 6, 8]. Та й сам автор теорії Клод Шеннон наголошував, що вважає її не «теорією інформації», а лише «теорією передачі інформації по каналах зв'язку». На оцінку «змістовного аспекту» інформації — тобто «знань», ця теорія не претендує.

Природно, що робилися і продовжуються спроби ліквідувати цю прогалину. До найбільш цікавих варто віднести роботи М. Мазура [5] та Голіцина і Петрова [3], які, кожний зі своєї позиції, спробували використати закономірності теорії К. Шеннона для опису закономірностей більш складних інформаційних відносин і процесів. Зовсім недавно з'явилися роботи Э. Х. Лийва [4] і І. І. Юзвішіна [11], де робиться спроба визначення поняття інформації і законів її перетворення у світлі фундаментальних концепцій світобудови.

Однак, окрім вищезгаданих, існує ще один підхід до розв'язку задачі виміру кількості інформації, що спочатку з'явився у вигляді спроби оцінки складності комп'ютерних програм. Йдеться про «метрику Холстеда» [10].

Основні її визначення полягають у тому, що будь-яка комп'ютерна програма записується як структурована послідовність «операторів» і «операндів», тобто дій над деякими величинами і відносин між тими й іншими. Синонімом комп'ютерної програми в цьому контексті можна вважати запис деякого «алгоритму».

Кожен алгоритм може бути обрахований за допомогою показника «довжина реалізації», що визначається як сума кількості операторів і операндів у записі цього алгоритму. Цей показник є емпіричним, тобто безпосередньо вимірним. Однак, як показав Холстед, цей емпіричний показник з досить високою точністю може бути передбачений та оцінений на підставі значень іншого емпіричного показника — «довжина словника» алгоритму, що складається з кількостей «окремих» операторів і операндів у ньому. Залежність, виведена Холстедом, така:

$$N = \eta_1 \log_2 \eta_1 + \eta_2 \log_2 \eta_2, \quad (1)$$

де N — довжина реалізації алгоритму (у «одиницях Холстеда»), а η_1 і η_2 — відповідно довжина словника операторів і довжина словника операндів.

«Обсягом реалізації» алгоритму Холстед назвав величину

$$V = N \log_2 (\eta_1 + \eta_2), \quad (2)$$

яка показує, скільки бітів буде займати алгоритм після заміни всіх операторів і операндів їх двійковими кодами. Однак, більш

фундаментальною характеристикою алгоритму є його «потенційний обсяг», що характеризує обсяг мінімально можливої реалізації цього алгоритму. Людина, котра знайома із програмуванням, знає, що практично будь-який алгоритм можна записати у вигляді «процедури» (чи «функції»), яку після цього можна «викликати» (тобто виконувати цей алгоритм) за допомогою короткого запису, який має назву «оператор процедури» (чи «виклик функції»).

Подібне представлення алгоритму, як і «мова», на якій це представлення може бути виражено, Холстед назвав «потенційним». Словник потенційної мови Холстеда складається з двох обов'язкових потенційних операторів («оператор виклику» і «оператор групування параметрів») і переліку «вхідних і вихідних» операндів.

Потенційний обсяг визначається формулою

$$V^* = (\eta_1^* + \eta_2^*) \log_2 (\eta_1^* + \eta_2^*). \quad (3)$$

Фундаментальність цього показника зв'язана з тим, що він є первинним, вихідним показником, що характеризує сам алгоритм, і зовсім не залежить від його подальшої реалізації. Для конкретної реалізації алгоритму відношення

$$L = V^* / V \quad (4)$$

називається «рівнем алгоритму». Рівень залежить як від мови, на якій алгоритм реалізований, так і від особливостей його реалізації. Цей показник може бути оцінений за формулою

$$L^* = (\eta_1^* \eta_2^*) / (\eta_1 N_2). \quad (5)$$

Поняття «потенційність», за Холстедом набуває дуже важливого «фізичного» змісту, якщо згадати про головне призначення «реалізації» алгоритму — розуміння. Уявимо собі просту ситуацію. Керівник проекту повинний сформулювати завдання на програмування, наприклад, функції «косинус». Конкретна реалізація алгоритму пояснює, як це має вирішуватися. Однак, якщо програміст, що одержує це завдання, «знає», як реалізується функція «косинус», йому буде досить побачити потенційне представлення цього алгоритму, а конкретну реалізацію він розробить сам.

Інакше кажучи, чим більше підготовлений, інформований суб'єкт, якому передається інформація, тим менший обсяг реалізації потрібен для цього. Чи не про це говорить відома усім фраза: «вони розуміють один одного з півслова».

Вирішальним для використання метрики Холстеда (МХ) як метрики інформаційного простору виявилось те, що з її допомогою удалося оцінити тексти, записані на підмножині мови: природної, «наукової прози». Дослідивши реферати з наукових журналів (очевидно, що реферат складається, виходячи з необхідності однозначного і компактного

представлення визначеної, як правило, нової інформації про деяке явище, алгоритм чи об'єкт) він знайшов дуже високий рівень кореляції між реальним і обчисленим за формулою (1) значеннями показників довжини реалізації подібних текстів (коефіцієнт кореляції виявився рівним 0,997).

Як основна міра інформації в ІІ може використовуватися показник, названий Холстедом «інтелектуальним змістом», що визначається формулою

$$I = L \wedge V. \quad (6)$$

Основний зміст цього показника — оцінка складності чи алгоритму інформаційного повідомлення. Однак, як буде показано нижче, його можна використовувати і для інших цілей.

З вищесказаного можна зробити висновок, що комп'ютерні програми, алгоритми, тексти, що є реалізаціями наукової чи ділової інформації за допомогою «наукової (ділової) прози», а також інші форми інформаційних повідомлень, що являють собою, наприклад, завдання, специфікації, рішення, що вимагають реалізації, — можуть бути віднесені до класу артефактів Холстеда. Для запису, реалізації таких артефактів може використовуватися не одна, а кілька спеціалізованих мов: формальних чи формалізованих мов для запису алгоритмів, різних професійних жаргонів, графічних нотацій, мов моделювання і т. д. Деякі з цих мов є (чи «прагнуть бути») потенційними (для суб'єктів, що добре володіють цими мовами і розуміють, як розв'язувати з їх допомогою задачі, вони можуть бути мовами безпосереднього спілкування, а для непідготовлених суб'єктів — вимагають роз'яснення, «реалізації» за допомогою інших, загальнодоступних мов). Назвемо такі мови — квазіпотенційними. У загальному випадку таких мов значно більше, ніж просто «потенційних за Холстедом».

Термін «артефакт управління» ми будемо використовувати для позначення таких сутностей, що з'являються і циркулюють у різних контурах деякої системи управління. Оскільки нас у першу чергу цікавлять соціально-орієнтовані системи, можна стверджувати, що в таких системах переважна більшість артефактів є інформаційними артефактами (**ІАрт**), носіями конкретної інформації, знань.

Інформаційний простір можемо визначити тепер як узагальнений фазовий простір, координатами якого є окремі області компетентності інформаційних суб'єктів. Для управління такими координатами можуть слугувати [7, 9]:

- координати функціонального аспекту керування (основні функції, додаткові функції, командні функції);
- координати територіального аспекту керування;
- координати галузевого аспекту керування (галузі промисловості, сільське господарство, енергетика, області наукової компетенції і т. д.).

Будь-який інформаційний суб'єкт може бути відображений точкою з заданими координатами в інформаційному просторі. Процес комунікації відображається послідовністю типових операцій перетворення **ІАрт**: породження, випромінювання, переміщення від одного суб'єкта до іншого, поглинання і т. д.

Для опису типових операцій можуть використовуватися співвідношення, що утворюють *базис інфодинаміки артефактів*. Вони утворюють чотири категорії співвідношень:

- інваріанти задачі (проблеми);
- інваріанти архітектури (організації);
- характеристики артефакту;
- закони інфодинаміки артефактів.

До категорії *інваріантів задачі* відносяться характеристики **ІАрт**, що залежать тільки від розміру потенційного словника операндів η_2 :

- потенційний обсяг (див. 3);
- граничний обсяг

$$V^{**} = (\eta_1^* + \eta_2^* \log_2 \eta_2^*) \log_2 (\eta_1^* + \eta_2^*). \quad (7)$$

До категорії *інваріантів архітектури* відносяться характеристики **ІАрт**, що залежать також від розміру словника операторів η_1

- оцінка словника операндів

$$\eta_2^{\wedge} = (V^{**} / V^* - 1) (\eta_1 - \eta_1^*) + \eta_2^*; \quad (8)$$

- оцінка довжини реалізації

$$N^{\wedge} = \eta_1 \log_2 \eta_1 + \eta_2^{\wedge} \log_2 \eta_2^{\wedge}; \quad (9)$$

- оцінка обсягу реалізації

$$V = N^{\wedge} \log_2 (\eta_1 + \eta_2^{\wedge}); \quad (10)$$

- рівень мови реалізації

$$\lambda = (V^*)^2 / V. \quad (11)$$

Інваріанти архітектури залежать від *організації* чи алгоритмів інших **ІАрт** досліджуваної системи. Вони можуть бути використані як нормативні значення і застосовуватися як під час планування робіт, так і під час оцінювання якості їхнього виконання.

До категорії *характеристик артефакту* відносяться характеристики **ІАрт**, що зв'язані з особливостями його конкретної реалізації, тобто для яких враховується кількість операндів N_2 .

- оцінка рівня реалізації

$$L^{\wedge} = (\eta_1^* \eta_2^{\wedge}) / (\eta_1 N_2); \quad (12)$$

— інтелектуальний, чи обсяг складності ІАрт (див. б)

Відмітимо також, що з урахуванням (10) і (12) формула (6) може бути перетворена у

$$I = ((\eta_1^* \eta_2^{\wedge}) / (\eta_1 N_2)) N^{\wedge} \log_2 (\eta_1 + \eta_2^{\wedge}). \quad (13)$$

До категорії *законів інфодинаміки артефактів* відносяться закони збереження і деякі їхні наслідки. Розрізняються три закони збереження:

• закон збереження потенційного обсягу: *для відомої задачі (тобто якщо зафіксований потенційний словник операндів η_2) потенційний обсяг не залежить від мови й особливостей реалізації алгоритму:*

$$V^*(\eta_2^*) = \text{const}; \quad (14)$$

• закон збереження рівня мови: *рівень формалізованої мови залежить від числа використовуваних у задачі операторів цієї мови ($\eta_1 L$), а не від особливостей її реалізації:*

$$\lambda L(\eta_2^*, \eta_1 L) = \text{const}; \quad (15)$$

• закон збереження інфодинаміки артефактів (чи закон збереження інтелектуального обсягу): *будь-який артефакт, що є перекладом з однієї формалізованої мови на іншу, зберігає інтелектуальний обсяг переданої інформації:*

$$I = L^{\wedge} V_1 = L^{\wedge} V_2 = \text{const}. \quad (16)$$

Динаміка комунікативних процесів, що відбуваються в ІІ, зв'язана з двома основними тенденціями: зміною рівня компетентності суб'єктів і переміщенням ІАрт між суб'єктами. Трансформації, що відбуваються з інформацією в ІІ, зводяться до трансформацій двох основних типів: (1) реалізація, тобто перетворення квазіпотенційного представлення в нормальне; (2) узагальнення, — зворотна операція, що зв'язана з «засвоєнням» інформації шляхом її «згортки» у квазіпотенційне представлення.

Наведемо як приклади деякі ситуації, що виникають під час розв'язання задач управління в соціально-орієнтованих системах. Подібні ситуації можна вважати типовими і, тому, завдяки їх спільності, будемо називати їх «архітектурними елементами управління».

Необхідний обсяг ІАрт. 3(11) впливає, що

$$(V^*)^2 = \lambda V. \quad (17)$$

Необхідно «перекласти» з одного професійного жаргону на інший

наявний ІАрт (наприклад, експерт, що проводив аналіз деякої проблеми, повинен пояснити її зміст людині, що приймає рішення). Оскільки нам відомі рівні обох мов, а також обсяг вихідного ІАрт, з огляду на закон збереження потенційного обсягу можна оцінити обсяг нового ІАрт за формулою

$$V_2 = \lambda_1 V_1 / \lambda_2. \quad (18)$$

Рівень розуміння ІАрт. З (13) випливає, що інтелектуальний обсяг ІАрт є функцією $|2^*$, тобто потенційного словника операндів. Чи можна говорити про «аналог» такого словника, якщо ІАрт є текстом мовою ділової прози? Звичайно! Таким аналогом є перелік ключових слів конкретного повідомлення. Якщо приймаючому суб'єкту всі ключові слова зрозумілі (він їх «знає»), тоді ІАрт сприймається ним у повному обсязі. Однак досить часто інформація передається менш інформованому суб'єкту. У цьому випадку сприйнятий інтелектуальний обсяг ІАрт може бути визначений після перерахування за формулою (13) з урахуванням нового значення довжини потенційного словника операндів $\eta_2 \text{ мод}$.

Рівень компетентності (інформованості). Координата відповідного суб'єкта в ІІ, що характеризує його рівень компетентності, може бути визначена точно за формулою

$$I_{\text{Комп}}(\eta_2^{\text{Key}}, \eta_1^L, N_2) = \left((\eta_1^* \eta_2^{\wedge}) / (\eta_1^L N_2) \right) N^{\wedge} \log_2 (\eta_1^L + \eta_2^{\wedge}), \quad (19)$$

де η_2^{Key} — є аналогом довжини потенційного словника операндів і визначає кількість ключових слів даної предметної області, відомих суб'єкту (зрозуміло, що це значення впливає на значення η_2^{\wedge} , N^{\wedge} і N_2), а η_1^L — кількість операторів формалізованої мови, що використовуються в цій проблемній області.

Життєвий цикл управлінського рішення. Після вищевикладеного навряд чи в кого-небудь викликає подив визначена подібність послідовностей етапів реалізації програми й управлінського рішення, що прийнято називати «життєвими циклами». Наприклад, типова процедура законотворчості в парламенті припускає проходження деякого законопроекту фаз «першого, другого і третього читання». За аналогією з програмним проектом можна стверджувати, що результатом прийняття документа «у першому читанні» є не що інше, як «архітектура» майбутнього закону. Після «другого читання» — на світ з'являється його «проект», тобто фіксуються всі основні елементи структури документа і відносини між ними й іншими документами. Нарешті, після прийняття

документа «у третьому читанні» з'являється його «реалізація», тобто сам закон і процедури його введення в дію.

Якщо до того ж врахувати, що початку процедури розробки законопроекту завжди передує його «специфікація», перелік задач і вимог до його змісту, згадана нами подібність стає ще більш очевидною.

Аналіз показує, що складна, багатопланова діяльність керівника, людини, що приймає рішення, у багато разів ускладнюється, коли ми розглядаємо інформаційні складові цієї діяльності. Це залежить від різних причин, як об'єктивного, так і суб'єктивного характеру (наприклад, психологічних чи зв'язаних з рівнем кваліфікації фахівця). Науковий підхід до вивчення процесів інформаційного забезпечення підготовки, прийняття і реалізації складних рішень має спиратися на методи і технології моделювання предметної області і відповідних структур. Якісний і кількісний аналіз таких моделей може базуватися зокрема на запропонованому підході.

Цей підхід, на наш погляд, може застосовуватися також і в інших випадках аналізу інформаційних процесів, що виходять за рамки задач управління, і тому він може стати методологічною основою нового наукового напрямку, який має назву **інфодинаміка артефактів**.

Література

1. Бир Ст. Кибернетика и управление производством: Пер. с англ. — М: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1965. — 392 с.
2. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине: Пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Сов. радио, 1968. — 326 с.
3. Голицын Г. А., Петров В. М. Информация — поведение — творчество. — М.: Наука, 1991. — 224 с.
4. Лийв Э. Х. Инфодинамика. Обобщенная энтропия и негэнтропия. — Таллин, 1998.—200 с.
5. Мазур М. Качественная теория информации. — М.: Мир, 1974. — 240 с.
6. Моисеев К И. Алгоритмы развития. — М: Наука, 1987. — 304 с.
7. Панчук А. М. Інформаційна динаміка знань та державне управління // Вісник УАДУ. — 1999. — № 4. — с. 356—366.
8. Пиотровский Р. Г. Текст, машина, человек. — М.: Наука, 1975. —328 с.
9. Сидоренко В. М. Загальна концепція побудови інформаційних систем забезпечення державного управління // Вісник УАДУ при Президентіві України. — 1996. — № 2. — с. 149—160.

10. Сидоренко В. М. Нечіткі множини та прийняття рішень в державному управлінні // Моделювання та інформаційні системи в економіці. — К., 2001. — Вип. 66. — с. 99—113.
11. Холстед М. Х. Начала науки о программах: Пер. с англ. — М.: Финансы и статистика, 1981. — 128 с.
12. Юзвизин И. И. Информациология или закономерности информационных процессов и технологий в микро- и макромирах Вселенной. — 4-е изд. — М.: Международное издательство Информациология, 1996. - 215с.