

УДК 519.722

ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНТРОПІЙНА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У РОЗВИТКУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

О. Шарко¹, Н. В. Петрушенко², Б. Дурняк², С. Бабічев³

¹Херсонська державна морська академія,
просп. Ушакова, 20, Херсон, 73009, Україна

²Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

³Херсонський державний університет,
вул. Університетська, 27, Херсон, 73000, Україна

Розглянуто проблему прийняття управлінських рішень в організаційно-технічних системах, у яких мета управління екзогенно не задана та формується всередині системи. Запропоновано концепцію слабоструктурованих завдань управління організаційно-технічними системами залежно від ситуації з якісними характеристиками, що становлять апіорне відношення суб'єкта до стану системи. Запропоновано інформаційно-ентропійну модель кількісної оцінки необхідної вхідної інформації під час прийняття управлінських рішень щодо функціонування організаційно-технічних систем в умовах дії динамічного впливу зовнішнього середовища, засновану на відмінності між апіорною та апостеріорною ентропією. Створено алгоритм встановлення та усунення присутньої невизначеності, заснований на структуруванні інформаційних потреб та засобів їх забезпечення. Обчислення апіорної та апостеріорної інформації і величини ентропії дають можливість регулювати процес накопичення необхідної кількості інформації під час прийняття управлінських рішень.

Ключові слова: інноваційний розвиток, невизначеність, управління, інформаційне забезпечення, апіорна ентропія, кількісні оцінки.

Прийняття рішень за умов невизначеності є актуальним завданням сучасності. Занадто поспішні рішення можуть виявитися невдалими, а затягування процесу їх прийняття може означати втрачені можливості. Для своєчасного прийняття управлінського рішення необхідно мати оперативний доступ до інформації щодо будь-якого елемента структури організаційно-технічної системи, щоб простежити динаміку її змін. Сучасний стан розвитку будь-яких організаційно-технічних систем за умов невизначеності потребує істотної трансформації традиційних підходів управління, заснованих на тому, що екзогенно задана лише кінцева мета, але не способи її досягнення. Процеси управління набувають дискретного характеру,

підвищується комплексність розв'язуваних проблем і збільшується їх залежність від зовнішніх умов, що швидко змінюються.

Задача прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності виникає у тому випадку, якщо є мета, яку потрібно досягти, і є велика кількість факторів та ймовірностей їх реалізації. У таких слабоструктурованих задачах управління домінуванням якісних показників прийняття рішень ґрунтується на експертних оцінках осіб, які беруть участь у формуванні управлінських рішень.

Необхідно оцінити якість кожного варіанта управління у вигляді числової характеристики чи критерію. Проте дати таку оцінку складно, оскільки будь-яка технічна система характеризується одразу кількома критеріями якості, часто суперечливими. Для вирішення такої багатокритеріальної задачі необхідно враховувати відносну важливість окремих з критеріїв.

Мета статті — створення інформаційно-ентропійної моделі обґрунтування необхідного обсягу вхідної інформації для прийняття управлінських рішень щодо ефективного розвитку організаційно-технічних систем.

Матеріали:

- параметри інформаційного забезпечення та якості вхідної інформації функціонування організаційно-технічних систем в умовах динамічних змін зовнішнього середовища;
- інформаційна структура апріорних даних;
- процедури прийняття управлінських рішень за умов невизначеності.

Методи:

- теорії ймовірностей та математичної статистики;
- структурування альтернатив інформаційної підтримки управління в умовах невизначеності;
- ентропія самоорганізованих систем.

Особливості прийняття рішень в слабоструктурованих організаційно-технічних системах. Основна проблема прийняття управлінських рішень під впливом факторів зовнішнього середовища — отримання необхідного обсягу якісної інформації [1–4], оскільки її мінімальна кількість знижує точність прогнозів, тоді як завелика — пов'язана зі складністю обробки наявних даних [5–6]. До цієї проблеми проявляється постійний інтерес, відбувається розвиток прикладних інструментів управління з урахуванням функціональних характеристик організаційно-технічних систем.

Моделі та методи прийняття рішень [7, 8] спираються на методологію системного аналізу, які виходить з умов, що існують альтернативні способи управління, для вибору яких можуть бути використані методи оптимізації, експертних систем, імітаційного моделювання. Концепція ситуаційного управління вказує лише на змістовний сенс критеріїв якості, проте в основному вигляді вони не визначені та їх формальна структура не є очевидною [9].

Не існує загальних рекомендацій щодо вибору найкращих рішень для об'єднання наявних управлінських альтернатив у різних інформаційних ситуаціях та управлінських дій для досягнення цілей економічного зростання, тому будь-які кроки у вирішенні цієї проблеми надзвичайно корисні [10–12].

Інформаційно-ентропійна модель кількісної оцінки необхідної вхідної інформації під час прийняття управлінських рішень. Кількісна оцінка істинного стану організаційно-технічного об'єкта є відправною точкою для діагностики та прогнозування змін стану організаційно-технічної системи за невизначених динамічних впливів навколишнього середовища. Оскільки немає узагальненого показника, що характеризує цей стан, природно використовувати прийом синектики, тобто запозичення наукових досягнень з інших галузей знань. Пропонується розглядати значення ентропії як міру стану організаційно-технічної системи. Ентропія — це ступінь невизначеності та неповноти знань про конкретний стан об'єкта.

У фізиці ентропія — це просторова та енергетична взаємодія, яка проявляється як міра ймовірності знаходження системи в цьому стані.

У соціології ентропія — це погіршення самоорганізації.

В інформатиці — ентропія є мірою невизначеності випадкових подій. За допомогою ентропії можна розшифрувати закодований текст, аналізуючи можливість появи символів у тексті.

В управлінні розвитком організаційно-технічної системи поняття ентропії належить до характеристик збору, передачі та обробки інформації [13].

Пропонується використовувати поняття ентропії як характеристики знаходження системи у певному стані:

$$H = \frac{1}{n} = -\sum_{i=1}^m P_i \log 2P_i, \quad (1)$$

де P_i — ймовірність знаходження організаційно-технічної системи в i -ому стані; I — загальна об'ємна інформація; N — кількість елементів структуризації, що характеризують стан системи.

Для однозначного визначення одиниці виміру ентропії необхідно вказати кількість станів об'єкта організаційно-технічної системи m та основу логарифму у формулі (1). Найменша можлива кількість можливих станів організаційно-технічної системи характеризується її ефективністю і може бути оцінена символами «підходить» або «не підходить», або «так» або «ні», тобто це число дорівнює двом. Такий код із базою два вважається двійковим, оскільки він відповідає стану отримання інформації чи її відсутності, тобто $m=2$. Тому за основу логарифму доцільно вибрати число два. Отже, одиницею невизначеності є ентропія рівноймовірних станів. Відповідно до термінології ця величина буде називатися *bit*. З огляду на це за одиницю інформації можна розуміти кількість інформації, що зменшує невизначеність удвічі. Ентропія набуває дійсного і невід'ємного значення стану організаційно-технічної системи, оскільки для будь-якого i значення P_i змінюється від 0 до 1.

Ентропія H пов'язана з ймовірністю W -системи співвідношенням:

$$H = k \ln W, \quad (2)$$

де k — стала Больцмана.

Ентропія організаційно-технічної системи є логарифмічною мірою інверсії джерела інформації та характеризує середню міру невизначеності оцінки стану джерела інформації.

На основі закону великих чисел при великій кількості станів організаційно-технічної системи в цілому арифметичний зміст цих станів набуде сталого значення. Це дає змогу виявити загальні закономірності самоорганізації функціонування організаційно-технічних систем, викликаних коливаннями впливу зовнішнього середовища. Ентропія є математичним доказом загального стану організаційно-технічної системи, який визначається шляхом окремих спостережень за кількістю інформації.

Статистичний аналіз джерел інформації полягає в оцінці достовірності її ймовірності $P(a)$ як відношення кількості сприятливих результатів $N(a)$ до загальної кількості можливих результатів N .

$$P(a) = \frac{N(a)}{N}. \quad (3)$$

Одне з найважливіших понять математичної статистики — математичне очікування характеризує розподіл випадкових величин. При оцінці ризику математичне очікування $M[X]$ є сумою добутків ймовірностей всіх значень випадкових величин x_i на ймовірність цих значень p_i .

Відповідно до загальних положень теорії ймовірностей середнє значення дискретної випадкової величини дорівнює:

$$M[X] = \frac{x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i}. \quad (4)$$

Ступінь невизначеності стану організаційно-технічної системи залежить не лише від кількості її можливих станів, а й від ймовірностей виникнення цих станів. Ентропія джерела інформації з двома станами u_1 та u_2 при зміні відношення їх ймовірностей $P(u_1) = P$ та $P(u_2) = 1 - P$ визначається рівнянням:

$$H(u) = -[P \log_2 P + (1 - P) \log_2 (1 - P)]. \quad (5)$$

Практичний інтерес для вирішення задач побудови інформаційно-ентропійної моделі прийняття управлінських рішень у розвитку організаційно-технічних систем становить не абсолютне значення ентропії, а її зміна. При зменшенні інформації ентропія збільшується і, навпаки, зі збільшенням інформації ентропія зменшується, отже, зміна ентропії є головним критерієм ефективності трансформаційних перетворень.

Апріорна та апостеріорна інформація — це взаємопов'язані поняття інформаційного дискурсу, які позначають знання попереднього досвіду та знання, отримані системою із практичного досвіду її використання.

Інформаційна структура апріорних даних, необхідних для розрахунку апріорної ентропії організаційно-технічної системи, що функціонує в умовах невизначеності впливу факторів навколишнього середовища, повинна містити інформацію, що є в апріорній інформації, до складу якої входять умови вибору можливих альтернатив та стратегій управління, структурних складових організаційно-технічних систем та діагностичних параметрів.

Ентропія та кількість інформації — взаємопов'язані поняття, отже, необхідний обсяг інформації для прийняття адекватних управлінських рішень можна

визначити як різницю між апіорною та апостеріорною ентропією. Це положення є основою моделі кількісної оцінки динаміки надходження інформації під час прийняття управлінських рішень.

Для подій x_1, x_2, \dots, x_n , які мають рівноймовірні стани $1/n$, значення апіорної ентропії дорівнює:

$$H_0 = -n \times \frac{1}{n} \log_2 \frac{1}{n} = -\log_2 1 + \log_2 n. \quad (6)$$

Враховуючи, що:

$$P_1 = \frac{N(x_1)}{N}, P_2 = \frac{N(x_2)}{N}, \dots, P_n = \frac{N(x_n)}{N}. \quad (7)$$

Формула апостеріорної ентропії може бути записана у вигляді:

$$H_1 = -[(P_1 \log_2 N(x_1) - \log_2 N) + (P_2 \log_2 N(x_2) - \log_2 N) + \dots + (P_n \log_2 N(x_n) - \log_2 N)]. \quad (8)$$

Апостеріорна інформація про стан організаційно-технічної системи є залишковою невизначеністю знань після отримання додаткових повідомлень.

Ентропія статистично незалежних джерел інформації про стан організаційно-технічної системи H дорівнює сумі ентропій елементів, що становлять систему (9):

$$H = \sum_{i=1}^n H_i. \quad (9)$$

Показники, що характеризують структуру інформації щодо визначення стану організаційно-технічної системи, мають різний порядок чисел та різні розміри. Щоб привести їх до безрозмірного вигляду, необхідно провести їх нормування, розділивши на деякий загальний показник.

Розрахунки апіорної H_0 та апостеріорної H_1 ентропії та кількісних оцінок інформації I , що впливає на ефективність прийняття управлінських рішень, проводилися з урахуванням вимог до кількості вхідної інформації. Структурування інформаційних потреб отримання якісної інформації для прийняття управлінських рішень у розвитку організаційно-технічних систем наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Структурування інформаційних потреб отримання якісної інформації

Елементи структуризації	Позначення	Ймовірність прояву
повнота та максимізація обліку впливу параметрів навколишнього середовища на функціонування елементів організаційно-технічних систем	x_1	P_1
регулярність надходження нових відомостей про динаміку впливу функціонування організаційно-технічних систем	x_2	P_2
оперативність обробки результатів інформації, що надходить з метою можливості коригування управлінських рішень	x_3	P_3

При рівних ймовірностях прояву вимог до якості вхідної інформації, представленої показниками x_1, x_2, x_3 , у прийнятті управлінських рішень якості аналізованої інформації при її реалізації повинна мати максимальну інформативність.

У випадку $P_1 = P_2 = P_3$ та $i = 1, 2, 3$ апіорна ентропія H_0 дорівнює:

$$H_0 = -\left[\frac{1}{3}(\log_2 1 - \log_2 3) + \frac{1}{3}(\log_2 1 - \log_2 3) + \frac{1}{3}(\log_2 1 - \log_2 3)\right] =$$

$$= -[\log_2 1 - \log_2 3] = -[0 - 1.58496] = 1.58496[\text{bit}]. \quad (10)$$

Для значень $P_1 = 0.7, P_2 = 0.2, P_3 = 0.1$, що характеризують можливу інформацію про її структуру та ймовірність її прояву при оцінці впливу зовнішнього середовища, апостеріорна ентропія дорівнює:

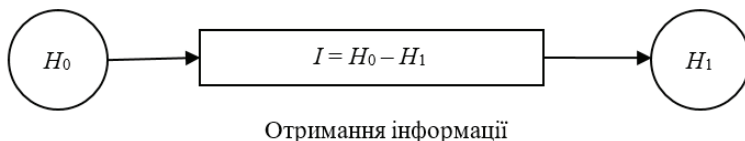
$$H_1 = -\left[\frac{7}{10}(\log_2 7 - \log_2 10) + \frac{1}{5}(\log_2 1 - \log_2 5) + \frac{1}{10}(\log_2 1 - \log_2 10)\right] =$$

$$= -[(-0.360206) + (-0.464386) + (-0.33293)] = 1.156786[\text{bit}]. \quad (11)$$

Різниця значень H_0 та H_1 характеризує зміни ентропії:

$$\Delta H = H_0 - H_1 = 1.58496 - 1.156785 = 0.428175[\text{bit}]. \quad (12)$$

Усунення невизначеності за допомогою інформаційної підтримки забезпечення якості необхідної вхідної інформації після прийняття управлінських рішень подано на рис. 1. Отже, ступінь зняття невизначеності — це кількість інформації, що бракує, $I = \Delta H$ (рис. 1).



Отримання інформації

Рис. 1. Усунення невизначеності за допомогою інформаційної підтримки забезпечення якості необхідної вхідної інформації під час прийняття управлінських рішень

Для більш точного визначення значень інформації, що бракує, для прийняття адекватних управлінських рішень з динамічного розвитку організаційно-технічних систем в умовах впливу зовнішнього середовища кількість аналізованих оціночних показників x_i має бути збільшено. Для прикладу пропонується введення ще одного додаткового параметра структуризації інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності. Таким параметром може бути отримання корисної інформації шляхом обробки наявного масиву даних, виділення та виключення некорельованих ознак серед корельованих даних за допомогою методу головних компонент. Розширене структурування потреб отримання якісної інформації наведено у табл. 2.

У разі рівних ймовірностей через P_1, P_2, P_3, P_4 апіорна ентропія скоригованого статистичного ряду H_0 дорівнює:

$$H_0 = -\left[\frac{1}{4}(\log_2 1 - \log_2 4) + \frac{1}{4}(\log_2 1 - \log_2 4) + \frac{1}{4}(\log_2 1 - \log_2 4) + \dots\right.$$

$$\left. + \frac{1}{4}(\log_2 1 - \log_2 4)\right] = -[\log_2 1 - \log_2 4] = 2[\text{bit}]. \quad (13)$$

Таблиця 2

Розширене структурування потреб отримання якісної інформації

Елементи структуризації	Позначення	Ймовірність прояву
повнота та максимізація обліку впливу параметрів навколишнього середовища на функціонування елементів організаційно-технічних систем	x_1	P_1
регулярність надходження нових відомостей про динаміку впливу функціонування організаційно-технічних систем	x_2	P_2
оперативність обробки результатів інформації, щонадходить з метою можливості коригування управлінських рішень	x_3	P_3
виділення та виключення некорельованих ознак серед корельованих даних	x_4	P_4

Для значень $P_1 = 0.4$, $P_2 = 0.3$, $P_3 = 0.2$, $P_4 = 0.1$ апостеріорна ентропія H_1 дорівнює:

$$H_1 = -\left[\frac{2}{5}(\log_2 2 - \log_2 5) + \frac{1}{5}(\log_2 1 - \log_2 5) + \frac{3}{10}(\log_2 3 - \log_2 10) + \frac{1}{10}(\log_2 1 - \log_2 10)\right] =$$

$$= -\left[\frac{2}{5}(1 - 2.322) + \frac{1}{5}(0 - 2.322) + \frac{3}{10}(1.585 - 3.322) + \frac{1}{10}(0 - 3.322)\right] = 1.9138[\text{bit}]. \quad (14)$$

Різниця значень H_0 та H_1 характеризує зміну ентропії:

$$\Delta H = H_0 - H_1 = 2 - 1.9138 = 0.0862[\text{bit}]. \quad (15)$$

Введення в модель, що розглядається, додаткового показника x_4 з ймовірністю його прояву P_4 зменшило значення ΔH з 0.428175 до 0.0862 біт. Отже, для підвищення якості інформації, якої бракує для прийняття адекватних управлінських рішень з динамічного розвитку організаційно-технічної системи в умовах невизначеності впливу зовнішнього середовища, кількість аналізованих оціночних показників x_i має бути збільшено.

Алгоритм знаходження обсягу необхідної інформації для управління організаційно-технічними системами за умов невизначеності наведений на рис. 2.

Якщо отримана інформація усуває невизначеність у повній інформації, вона дорівнює виключеній ентропії. Репрезентативність інформації пов'язана з точністю її вибору та формуванням для правильного відображення властивостей контролюваного об'єкта.

$$I = -\sum_{i=1}^m P_i \log_2 P_i, \quad (16)$$

де n — кількість аналізованих показників.

Інформаційне наповнення I залежить від загальної кількості елементів системи n та кількості станів кожного елемента m :

$$I = n \log_2 m. \quad (17)$$

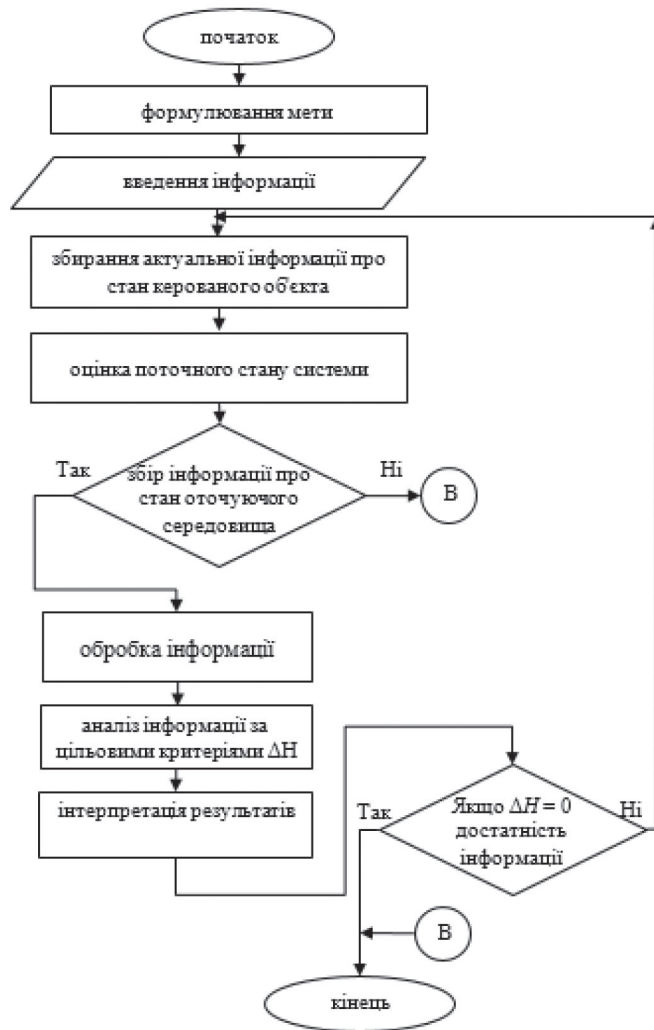


Рис. 2. Знаходження обсягу необхідної інформації для управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності

Кожна система орієнтована на стан рівноваги. Нерівноважні процеси в ізольованій системі супроводжуються збільшенням ентропії.

Висновки. Запропонована модель оцінки необхідної початкової інформації у кількісному вираженні, яка потрібна для прийняття адекватних рішень у сфері управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності факторів впливу навколишнього середовища. Модель заснована на відмінностях апостеріорної ентропії від апостеріорної.

Запропонована модель та алгоритм її реалізації дають змогу регулювати процес накопичення необхідної кількості інформації під час прийняття адекватних управлінських рішень.

Точність визначення кількості інформації для прийняття адекватних управлінських рішень з динамічного розвитку організаційно-технічних систем в умовах впливу зовнішнього середовища пропорційна кількості аналізованих оціночних показників.

Якщо запропонована модель правильно описує загальну реакцію на дії зовнішнього середовища, у системі управління враховано всі основні фактори функціонування організаційно-технічних систем. Якщо в системі управління не враховані всі фактори, що характеризують управлінську діяльність, це призводить до низки непередбачених побічних ефектів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ashill N. J., Jobber D. The effects of the external environment on marketing decision-maker uncertainty. *Journal of Marketing Management*. 2014. 30:3–4. Pp. 268–294. DOI: 10.1080/0267257X.2013.811281.
2. Mason R. B. The external environment's effect on management and strategy: A complexity theory approach. *Management Decision*. 2007. Vol. 45. No. 1. Pp. 10–28. DOI: 10.1108/00251740710718935.
3. Шубан М. В. Вибір в умовах невизначеності та ризику. URL: <http://ua.convdocs.org/docs/index-219967.html>.
4. Козаченко В. Г. Технологізація управлінської діяльності: зміст та призначення. Економіка і регіон, ПолтНТУ. 2016. № 3 (58). С. 37–40.
5. Flueler T., Blowers A. Quality in decision making process, Insights, COVARN 2 WPs project, 2007. Pp. 13–15.
6. Negulescu O., Doval E. The Quality of Decision Making Process Related to Organizations' Effectiveness. *Procedia Economics and Finance*. 2014. Vol. 15. Pp. 858–863. DOI:10.1016/S2212-5671(14)00548-6.
7. Rahman N, De Feis G. L. Strategic Decision-Making: Models and Methods in the Face of Complexity and Time Pressure. *Journal of General Management*. 2009. 35 (2). Pp. 43–59. DOI:10.1177/030630700903500204.
8. Devi S., Nayak M. M., Patnaik S. Decision-making models and tools: a critical study. *International Journal of Management and Decision Making*. 2020. Vol. 19. No. 2. Pp. 176–206. DOI: 10.1504/IJMDM.2020.108204.
9. Omelchenko A. Situational management mechanism of adaptive economic development of the enterprise. *Journal of Modern Economic Research*. 2002. 2 (1). Pp. 31–40. URL: <https://denakyrpublishing.science/index.php/jmer/article/view/27>.
10. Yegorov I., Ryzhkova Y. Innovation policy and implementation of smart specialisation in Ukraine. *Ekonomics prognozuvanna*. 2018. 3. Pp. 48–64. doi: <https://doi.org/10.15407/eip2018.03.048>.
11. Sharko M., Gusarina N., Burenko J. Modeling of management of the information potential of complex economic systems under conditions of risk. *Technology Audit and Production Reserves*. 2017. 2/4 (34). Pp. 14–19. doi: 10.15587/2312-8372.2017.98275.
12. Tavassoli S. The role of product innovation on export behavior of firms: Is it innovation input or innovation output that matters? *European Journal of Innovation Management*. 2018. 21. 2. Pp. 294–314. DOI: <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2016-0124>.

13. Abad-Segura E., González-Zamar M. D., Squillante M. Examining the Research on Business Information-Entropy Correlation in the Accounting Process of Organizations. *Entropy* (Basel, Switzerland). 2021. 23 (11). 1493. doi: <https://doi.org/10.3390/e23111493>.
14. D. Jing. The Study on Business Growth Process Management Entropy Model. *International Conference on Applied Physics and Industrial Engineering*, Procedia 24 (2001), Pp. 2105–2110.

REFERENCES

1. Ashill, N. J., & Jobber, D. (2014). The effects of the external environment on marketing decision-maker uncertainty. *Journal of Marketing Management*, 30:3–4, 268–294. DOI: 10.1080/0267257X.2013.811281 (in English).
2. Mason, R. B. (2007). The external environment's effect on management and strategy: A complexity theory approach. *Management Decision*, 45, 1, 10–28. DOI: 10.1108/00251740710718935 (in English).
3. Shuban, M. V. Vybir v umovakh nevyznachenosti ta ryzyku. Retrieved from <http://ua.convdocs.org/docs/index-219967.html> (in Ukrainian).
4. Kozachenko, V. H. (2016). Tekhnolohizatsiia upravlinskoi diialnosti: zmist ta pryznachennia. *Ekonomika i rehion, PoltNTU*, 3 (58), 37–40 (in Ukrainian).
5. Flueler, T., & Blowers, A. (2007). Quality in decision making process, Insights, COVARN 2 WPs project, 13–15 (in English).
6. Negulescu, O., & Doval, E. (2014). The Quality of Decision Making Process Related to Organizations' Effectiveness. *Procedia Economics and Finance*, 15, 858–863. DOI: 10.1016/S2212-5671(14)00548-6 (in English).
7. Rahman, N., & De Feis, G. L. (2009). Strategic Decision-Making: Models and Methods in the Face of Complexity and Time Pressure. *Journal of General Management*, 35 (2), 43–59. DOI: 10.1177/030630700903500204 (in English).
8. Devi, S., Nayak, M. M., & Patnaik, S. (2020). Decision-making models and tools: a critical study. *International Journal of Management and Decision Making*, 19, 2, 176–206. DOI: 10.1504/IJMDM.2020.108204 (in English).
9. Omelchenko, A. (2002). Situational management mechanism of adaptive economic development of the enterprise. *Journal of Modern Economic Research*, 2 (1), 31–40. Retrieved from <https://denakyrpublishing.science/index.php/jmer/article/view/27> (in English).
10. Yegorov, I., Ryzhkova, Y. (2018). Innovation policy and implementation of smart specialisation in Ukraine. *Ekonomics prognovannia*, 3, 48–64. doi: <https://doi.org/10.15407/eip2018.03.048> (in English).
11. Sharko, M., Gusarina, N., & Burenko, J. (2017). Modeling of management of the information potential of complex economic systems under conditions of risk. *Technology Audit and Production Reserves*, 2/4 (34), 14–19. doi: 10.15587/2312-8372.2017.98275 (in English).
12. Tavassoli, S. (2018). The role of product innovation on export behavior of firms: Is it innovation input or innovation output that matters? *European Journal of Innovation Management*, 21, 2, 294–314. DOI: <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2016-0124> (in English).
13. Abad-Segura E., González-Zamar M. D., & Squillante M. (2021). Examining the Research on Business Information-Entropy Correlation in the Accounting Process of Organizations.

Entropy (Basel, Switzerland), 23 (11), 1493. doi: <https://doi.org/10.3390/e23111493> (in English).

14. Jing, D. (2001). The Study on Business Growth Process Management Entropy Model. International Conference on Applied Physics and Industrial Engineering, Procedia 24 2105–2110 (in English).

doi: 10.32403/1998-6912-2021-2-63-85-96

INFORMATION AND ENTROPY MODEL OF MANAGEMENT DECISION MAKING IN THE DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS

O. Sharko¹, N. Petrushenko², B. Durnyak², S. Babichev³

¹*Kherson State Maritime Academy,
20, Ushakova ave., Kherson, 73009, Ukraine*

²*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
natalia.velikaya@gmail.com, durnyak@uad.lviv.ua*

³*Kherson State University,
27, University St., Kherson, 73000, Ukraine*

Uncertainty decision-making is an urgent task today. Too hasty decisions can be unsuccessful, and delaying the process of making them can mean lost opportunities. The problem of making managerial decisions in organizational and technical systems in which the purpose of management is not exogenously set and is formed within the system is considered. The concept of poorly structured tasks of management of organizational and technical systems depending on a situation, with the qualitative characteristics making an a priori relation of the subject to a condition of system is offered. The entropy of the organizational and technical system is a logarithmic measure of the inversion of the source of information and characterizes the average degree of uncertainty in assessing the state of the source of information. On the basis of the law of large numbers with a large number of states of the organizational and technical system as a whole, the arithmetic content of these states will become stable. This allowed us to identify the general patterns of self-organization of the functioning of organizational and technical systems caused by fluctuations in the environment. An information-entropy model of quantitative evaluation of the necessary input information in making managerial decisions on the functioning of organizational and technical systems in the dynamic influence of the external environment, based on the differences between a priori and a posteriori entropy is suggested. With decreasing information, the entropy increases and, conversely, with increasing information, the entropy decreases, so the change in entropy

is the main criterion for the effectiveness of transformational transformations. An algorithm for establishing and eliminating the present uncertainty, based on the structuring of information needs and means of providing them, has been created. Calculations of a priori and a posteriori information and the value of entropy make it possible to regulate the process of accumulation of the required amount of information in management decisions. The accuracy of determining the amount of information for making adequate management decisions on the dynamic development of organizational and technical systems under the influence of the external environment is proportional to the number of analysed indicators.

Keywords: *innovative development, uncertainty, management, information support, a priori entropy, quantitative estimates.*

Стаття надійшла до редакції 05.10.2021.

Received 05.10.2021.