



МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ПОТЕНЦІАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА

Козенкова Владислава Дмитрівна 

канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних систем і технологій
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна

Козенков Дмитро Євгенович 

канд. екон. наук, професор,
професор кафедри міжнародної економіки,
управління і соціально-гуманітарних дисциплін
Український державний університет науки і технологій, Україна

Анотація. У статті досліджено теоретико-методологічні засади формування та функціонування інформаційних потоків як визначального чинника розвитку потенціалу підприємства в умовах цифровізації економіки. Показано, що великий обсяг неструктурованих даних створює парадокс «інформаційної надмірності», що призводить до збільшення хаосу в системі управління підприємством та сповільнення прийняття рішень. Представлено модель «Ефективність-Потенціал», базовану на ентропійному підході. Запропоновано розглядати цифровий потенціал як базовий обмежувач всієї системи, що визначає її загальну пропускну здатність. Обґрунтовано функцію ефективності інформаційного потоку, яка враховує мультиплікативний вплив щільності, релевантності, часового лагу та зашумленості даних. Доведено існування порогу інформаційної чутливості, після якого виникає ефект інформаційної інтоксикації, при якому витрати на обробку даних перевищують їхню цінність, що призводить до паралічу аналізу та втрати керованості. Математично підтверджено необхідність впровадження диференційованих «інформаційних дієт» для різних підрозділів. Практична значущість результатів дослідження полягає у створенні передумов для переходу від інтуїтивного управління до науково обґрунтованого проектування інформаційного простору. Запропоновані методи допомагають виявити ідентифікувати «вузькі місця» в управлінській ієрархії, проводити стрес-тестування системи на стійкість до хаосу та оптимізувати інвестиції в цифрову інфраструктуру підприємства.

Ключові слова: моделювання; потенціал підприємства; інформаційний потік; ентропійний аналіз; інформаційна інтоксикація; модель E-P; релевантність даних.

Постановка проблеми. Стрімке зростання обсягів даних в умовах глобальної цифровізації створює парадокс: надмірність неструктурованої інформації призводить до зростання ентропії в системі та уповільнення

управлінських реакцій. Наслідком цього є недостатність формалізованих математичних інструментів для відокремлення корисної інформації від інформаційного шуму. У результаті управлінські рішення можуть ґрунтуватися на неповних або нерелевантних даних, що негативно впливає на ефективність управління і зумовлює необхідність розроблення нових підходів до оцінювання ефективності інформаційного обміну.

Аналіз досліджень та публікацій. Теоретико-методологічна основа дослідження спирається на поєднання трьох ключових напрямів: теорії інформації, концепції управління потенціалом компанії та економіко-математичного моделювання.

Перший напрям зосереджується на глибокому розумінні сутності інформації як фактора, що протидіє ентропії. Ці дослідження призвели до формування ідеї про інформаційну енергію. Застосування ентропійного аналізу дає змогу математично описати стан невизначеності, в якому перебуває система керування потенціалом, коли отримує суперечливі або надлишкові дані [1-4].

Другий напрям охоплює вивчення потенціалу підприємств та організацій як цілісної категорії [5-8]. У цих працях інформація визнається ключовим ресурсом, але способи математичної оцінки ефективності її передачі через управлінські рівні залишаються дискусійними.

Третій напрям пов'язаний безпосередньо з інструментами математичного моделювання інформаційних потоків [9-11]. Дослідження в галузі системного аналізу дають можливість показати структуру потоків візуально, але часто не враховують цінність інформації для практики – її здатність прямо впливати на капіталізацію потенціалу. Здебільшого автори розглядають інформаційні потоки або лише з технічної точки зору, або тільки з управлінської. Об'єднання цих підходів у математичну модель, що пов'язує рівень ентропії потоку з дієвістю використання потенціалу, ще не до кінця розроблено. Саме потреба в об'єднанні ентропійного підходу з традиційними моделями управління потенціалом визначає вибір напрямку для цього дослідження.

Мета роботи полягає у формалізації методів, за допомогою яких можна відокремити корисні інформаційні сигнали від системного шуму за допомогою ентропійного аналізу, що дозволяє оптимізувати управлінські реакції та мінімізувати збої в системі управління в умовах високої невизначеності даних.

Виклад основного матеріалу. Проведене дослідження базується на трьох гіпотезах – про існування «інформаційного порогу», про домінування релевантності над швидкістю та про здатність системи самостійно впорядковуватися, відфільтровуючи все зайве.

Ефективність управління потенціалом підприємства зростає пропорційно обсягу інформаційних потоків лише до певної критичної точки – так званої точки насичення, після якої подальше збільшення обсягу даних призводить до зростання ентропії та зниження якості рішень. Якісні характеристики інформаційного потоку, такі як релевантність та повнота інформації, мають більш вагомий вплив на збереження потенціалу підприємства, ніж кількісні, як от швидкість передачі, особливо в умовах обмежених ресурсів для обробки великих обсягів даних. Впровадження математично обґрунтованих алгоритмів



фільтрації інформаційного шуму дозволяє стабілізувати потенціал підприємства шляхом зниження внутрішніх витрат на обробку надлишкових даних.

В контексті управління потенціалом, інформаційний потік пропонується розглядати не просто як набір повідомлень, а як спрямований рух релевантних даних, що циркулюють між підсистемами підприємства та зовнішнім середовищем для мінімізації управлінської ентропії.

Математично потік F у момент часу t можна представити як вектор:

$$F(t) = \{D, S, R, V\} \quad (1)$$

де:

D – масив даних,

S – джерело,

R – отримувач,

V – швидкість (інтенсивність) передачі.

Для коректного моделювання необхідно розділити потоки за певними критеріями, що впливають на обчислювальний алгоритм (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація інформаційних потоків у системі управління потенціалом

Критерій	Види потоків	Значення для моделювання
Напрямок руху	Внутрішні, зовнішні (вхідні/вихідні)	Визначає межі системи та джерела ентропії
Ступінь структурованості	Детерміновані, стохастичні (випадкові)	Впливає на вибір математичного апарату (функції чи імовірність)
Періодичність	Регулярні, епізодичні, «вибухові»	Передбачає моделювання навантаження на канали управління
Форма представлення	Цифрові, аналогові, візуальні	Визначає коефіцієнт спотворення при перетворенні

[авторська розробка]

Для включення інформаційного потоку до математичної моделі ефективності управління (E_{inf}) необхідно виділити основні характеристики, що визначають його вплив на процес прийняття управлінських рішень, а саме:

- інтенсивність інформаційного потоку (λ), що показує кількість інформаційних одиниць (повідомлень або показників), які надходять до системи за одиницю часу. Якщо значення λ перевищує граничну пропускну здатність системи обробки інформації $\lambda > \lambda_{max}$, виникає ефект перевантаження, що призводить до накопичення необроблених даних.

- щільність інформації (ρ), що характеризує частку корисної інформації в загальному обсязі даних:

$$\rho = \frac{I_{useful}}{I_{total}} \quad (2)$$

Цей показник використовується для визначення релевантності інформаційного потоку.

- лаг затримки (τ), що визначає часовий інтервал між виникненням події та надходженням інформації до особи, що приймає рішення. Зі збільшенням

значення τ знижується актуальність інформації, що особливо критично в умовах динамічного ринкового середовища.

- рівень інформаційного шуму (σ), що відображає наявність дублюючих, суперечливих або неточних даних у потоці, що призводить до зростання ентропії інформаційної системи.

Для побудови математичної моделі ефективності управління потенціалом підприємства необхідно формалізувати перетворення фізичних параметрів інформаційного потоку у показник управлінської якості. На основі визначених параметрів інформаційного потоку пропонується інтегральна модель оцінювання його ефективності (E_{inf}), яка базується на синтезі теорії масового обслуговування та ентропійного аналізу:

$$E_{inf}(t) = \frac{\rho R(\omega) e^{-\lambda \tau}}{H(\sigma) + 1} \quad (3)$$

де:

ρ – щільність корисної інформації;

$R(\omega)$ – коефіцієнт релевантності інформаційного потоку;

λ – інтенсивність надходження інформації;

τ – лаг затримки передачі інформації;

$H(\sigma)$ – ентропія інформаційного шуму.

Сформулюємо математичне обґрунтування характеристик моделі.

У межах моделі щільність інформації пов'язується з інтенсивністю надходження даних λ та потужністю їх обробки μ :

$$\rho = \frac{I_{useful}}{I_{total}} \times \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

Якщо інтенсивність надходження інформації перевищує можливості її обробки ($\lambda > \mu$), виникає накопичення інформаційних черг, що призводить до зниження ефективності системи.

Для врахування стратегічних пріоритетів підприємства вводиться коефіцієнт динамічної релевантності:

$$R(\omega) = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i \quad (5)$$

де:

ω_i – вектори вагових коефіцієнтів, що відповідають пріоритетам складових потенціалу,

x_i – наявність специфічних ознак у інформаційному потоці.

Цей показник дозволяє математично відсікати потоки з низькою щільністю корисної інформації.

Показник часової деградації описує вплив затримки передачі інформації на її актуальність експоненційною функцією $e^{-\lambda \tau}$. Чим довший часовий розрив між виникненням події та надходженням даних до ОПР, тим менший вплив цей потік справляє на збереження потенціалу. При великих значеннях τ потік стає «інформаційним архівом», а не інструментом управління.

Зашумленість інформаційного потоку визначається через ентропію:

$$H(\sigma) = - \int \rho(\sigma) \ln \rho(\sigma) d\sigma \quad (6)$$

Зростання зашумленості, що включає дублювання та суперечливість даних, підвищує ентропію системи та знижує ефективність використання інформації. Математично це пояснює, чому великі масиви даних (Big Data) без



попереднього очищення можуть призводити до зниження ефективності управління та деградації потенціалу.

Для формалізації впливу інформації на загальний потенціал підприємства (P) необхідно розглянути його як складну динамічну систему, де інформація виконує роль каталізатора або інгібітора внутрішніх процесів. Запропоновано модель, де поточне значення потенціалу $P(t)$ визначається як функція від базових ресурсів (P_{res}) та інтегрального показника ефективності інформаційних потоків:

$$P(t) = P_{res} \Phi(E_{inf}) \quad (7)$$

де:

$\Phi(E_{inf})$ – функція інформаційної синергії, що відображає якість управлінського використання наявних ресурсів.

У межах моделі виділяємо три можливих стани функціонування системи:

1. Зона деградації ($E_{inf} < 1$). При високій зашумленості та лагу затримки, функція $\Phi < 1$. Це описує ситуацію, коли підприємство має потужні ресурси (фінанси, обладнання), але через неефективну інформаційну систему приймає помилкові рішення, що призводять до «проїдання» потенціалу.

2. Зона стабільності ($E_{inf} \approx 1$). Інформаційні потоки лише компенсують природну ентропію системи. Потенціал залишається незмінним, система працює в режимі простого відтворення.

3. Зона капіталізації ($E_{inf} > 1$). Висока релевантність та щільність інформації створюють синергетичний ефект. Кожна одиниця інформації дозволяє оптимізувати використання ресурсів, що призводить до зростання потенціалу без залучення додаткових зовнішніх інвестицій.

Формалізована модель доводить, що математичне очікування ефективності інформаційного потоку досягає максимуму лише при балансі між інтенсивністю та здатністю системи до фільтрації шуму.

Для комплексного оцінювання впливу інформаційних потоків інтегральний потенціал підприємства доцільно розглядати як векторну суму взаємопов'язаних функціональних складових, кожна з яких має специфічну чутливість до параметрів інформаційного середовища.

$$P_{total} = \sum_{i=1}^6 \omega_i P_i (E_{inf}) \quad (8)$$

де:

P_i – значення i -тої складової потенціалу;

ω_i – коефіцієнт стратегічної значущості відповідної складової;

E_{inf} – ефективність інформаційного потоку.

Серед основних складових потенціалу підприємства виділяємо інноваційний, фінансовий, виробничий, кадровий, маркетинговий та цифровий потенціали. Кожен тип потенціалу характеризується власною залежністю від параметрів інформаційного потоку (табл. 2).

У запропонованій моделі цифровий потенціал виступає базовою потужністю, що визначає пропускну здатність всіх інших складових. Якщо рівень цифрового розвитку низький, зростання інтенсивності інформації автоматично генерує високу ентропію, що блокує інноваційний та фінансовий розвиток.

Таблиця 2

Вплив параметрів інформаційного потоку на складові потенціалу

Тип потенціалу та його характеристика	Ключові параметри	Формула впливу	Наслідок інтоксикації
Інноваційний – залежить від здатності системи розпізнавати «слабкі сигнали» у зовнішньому середовищі	релевантність R , щільність ρ	$P_{inn} = f(IR\rho)$; зростання релевантності інформації експоненційно підвищує готовність підприємства до впровадження інновацій	при низькій щільності система пропускає проривні технологічні ідеї, сприймаючи їх як шум
Фінансовий – визначається швидкістю обороту капіталу та мінімізацією транзакційних втрат	лаг затримки τ	$P_{fin} = P_{base}e^{-\lambda\tau}$; навіть висока релевантність даних не компенсує фінансові втрати, якщо швидкість передачі нижча за динаміку ринку	при зростанні лагу інформація про ліквідність знецінюється, що призводить до касових розривів
Виробничий – базується на синхронізації матеріальних потоків із командами управління	інтенсивність λ , зашумленість σ	$P_{prod} = \frac{\mu}{\lambda + \sigma}$; ефективність виробництва падає при наблизненні інтенсивності до межі пропускнуої здатності системи управління	зашумленість даних створює хибні імпульси, що спричиняє простой потужностей або надмірне виробництво
Кадровий – обмежений психофізіологічним порогом обробки інформації людиною	ентропія H , релевантність R	$P_{hum} = \frac{R}{H+1}$; зростання ентропії (хаосу) у внутрішніх комунікаціях девальвує інтелектуальний капітал персоналу	виникає когнітивне перевантаження, що веде до паралічу прийняття рішень
Маркетинговий – визначається точністю позиціонування на основі аналізу зовнішніх ринкових сигналів	щільність ρ , зашумленість σ	$P_{mrkt} = \sum \omega x_i - \sigma$; стратегічна стійкість на ринку залежить від здатності математично відфільтрувати «ринковий шум».	висока зашумленість призводить до прийняття випадкових ринкових флуктуацій за стратегічні тренди, що може привести до впровадження помилкових стратегій



Продовження табл. 2

Тип потенціалу та його характеристика	Ключові параметри	Формула впливу	Наслідок інтоксикації
Цифровий – складає технологічну базу для обробки всіх інших потоків	пропускна здатність μ	$P_{hum} = \frac{C_{inf}}{1+\rho H}$ деградація цифрового потенціалу автоматично знижує всі інші види потенціалу системи	при $\lambda > \mu$ цифрова система переходить у стан відмови (DDoS-ефект), обнуляючи ефективність управління

[авторська розробка]

Ефективність управління потенціалом підприємства є нелінійною мультиплікативною функцією. Це означає, що зменшення якості інформаційного потоку в одній складовій може призвести до зменшення загального потенціалу підприємства, навіть за умови високих показників інших складових. У межах математичного моделювання ефективності інформаційних потоків необхідно встановити критичну межу насичення системи.

Ми припускаємо, що залежність потенціалу підприємства від обсягу інформації не є лінійною, а має вигляд куполоподібної кривої (крива з екстремумом). Цю залежність представимо функцією

$$E_{inf} = f(I) \tag{9}$$

де:

I – інтенсивність інформаційного потоку.

Точка порогу інформаційної чутливості (I^*) визначається як стан, при якому перша похідна функції ефективності дорівнює нулю:

$$\frac{dE_{inf}}{dI} = 0 \tag{10}$$

На основі порогу чутливості можна виділити три основні стани системи управління (табл. 3).

Таблиця 3

Стани системи за порогом чутливості

Стан системи	Співвідношення λ та μ	Стан потенціалу	Математичний наслідок
Інформаційний дефіцит ($I < I^*$)	$\lambda < \mu$	Стагнація	Висока невизначеність через брак даних
Точка оптимуму ($I = I^*$)	$\lambda \approx 0,8\mu$	Максимальний розвиток	Синергія складових потенціалу, $E_{inf} \rightarrow \max$
Інформаційна інтоксикація ($I > I^*$)	$\lambda > \mu$	Деградація	$E_{inf} \rightarrow 0$ через експоненціальну ентропію

[авторська розробка]

У зоні інформаційного дефіциту кожна додаткова одиниця інформації різко знижує ентропію системи – керівництво отримує потрібні дані, що покращує

продуктивність та допомагає підприємства краще використовувати наявні ресурси, наприклад фінанси чи нові ідеї. Проте система управління все ще не отримує достатнього обсягу даних для прийняття обґрунтованих рішень.

Точка оптимуму – це стан ідеальної відповідності між пропускнуою здатністю системи управління та інтенсивністю потоку.

При перевищенні критичного порогу виникає ефект інформаційної інтоксикації, коли обсяг даних перевищує можливості системи їх обробляти, і подальше зростання інтенсивності призводить до від'ємного маржинального ефекту. Математично це пояснюється тим, що знаменник моделі (ентропія) починає зростати швидше, ніж чисельник (релевантність). Явище інтоксикації виникає, коли затримка в обробці даних стає довшою, ніж час, протягом якого ця інформація є актуальною. У цьому стані система управління витрачає весь свій цифровий та кадровий потенціал на обслуговування самого потоку (сортування, зберігання, фільтрацію), замість прийняття рішень, що призводить до «паралічу аналізу».

Різні типи потенціалу характеризуються різною чутливістю до інтенсивності інформаційного потоку.

Фінансовий потенціал вирізняється низьким порогом чутливості, який досягається дуже швидко. Фінансові потоки потребують максимальної точності та мінімальної надлишковості. Навіть незначне зростання інтенсивності понад норму призводить до критичного зростання лагу затримки. Інтоксикація проявляється у формі касових розривів та помилок у бюджетуванні через опрацювання застарілих або дубльованих фінансових сигналів.

Виробничий потенціал має середній поріг чутливості, який залежить від технологічного процесу та можливостей автоматизованої системи управління. Сам поріг обмежений швидкістю реакції технічного персоналу та обладнання на управлінські команди. Інтоксикація призводить до «технологічного хаосу», коли надмірна кількість датчиків та контрольних показників створює суперечливі команди для операторів, спричиняючи простой.

Кадровий потенціал має низький поріг, який обмежений біологічними та когнітивними можливостями людини щодо обробки інформації. Поріг чутливості настає при перевищенні обсягу внутрішніх комунікацій (наради, звіти, месенджери) понад 5-7 ключових об'єктів уваги одночасно. Інтоксикацією є емоційне вигорання та втрата здатності розрізняти релевантні завдання, що веде до паралічу прийняття рішень.

Маркетинговий потенціал має високий поріг чутливості, оскільки маркетингові системи спочатку налаштовані на роботу з шумом і потребують великих масивів зовнішніх даних для ідентифікації ринкових трендів. Інтоксикація виникає лише при переході до Big Data без належних алгоритмів відбору, що призводить до прийняття випадкових коливань на ринку за важливі сигнали.

Поріг чутливості інноваційного потенціалу практично необмежений у фазі пошуку ідей, але він різко знижується у фазі впровадження. Інтоксикація проявляється як «творчий хаос», де велика кількість ідей блокує можливість реалізації бодай однієї з них.

Цифровий потенціал має адаптивний поріг, який визначається апаратно-програмною потужністю інфраструктури та динамічно змінюється залежно від



завантаження каналів зв'язку. Інтоксикацією є технічні збої (DDoS-ефект), обвал серверів або баз даних, що миттєво обнуляє ефективність усіх інших типів потенціалу підприємства.

Визначення порогу інформаційної чутливості дозволяє підприємству встановити оптимальні межі інформаційного навантаження для різних підрозділів. Дослідження показує, що система управління зазвичай демонструє більшу стійкість у режимі помірному дефіциту даних, ніж у стані інформаційного перевантаження, коли обсяг інформації перевищує можливості її обробки. Отже, різні складові потенціалу підприємства потребують різних режимів інформаційного забезпечення. Наприклад, фінансовий потенціал вимагає мінімізації затримок і надлишкових даних, тоді як розвиток інноваційного потенціалу передбачає режим «максимального перегляду» інформації.

Для формалізації цього підходу запропоновано концепцію математичного моделювання управління потенціалом підприємства «Ефективність-Потенціал» (Efficiency-Potential Model, E-P Model), що інтегрує шість типів потенціалу та ентропійний метод до аналізу інформаційних потоків у цілісну систему.

Модель базується на припущенні, що інформація є «енергією», яка активує ресурсний потенціал підприємства, але при надмірній концентрації створює опір у вигляді ентропії. Інтегральний рівень потенціалу підприємства в момент часу t визначається як

$$P(t) = \sum_{i=1}^6 \omega_i P_{base}^i (E_{inf}^i) \quad (11)$$

де:

P_{base}^i – базовий (ресурсний) рівень i -тої складової потенціалу;

ω_i – коефіцієнт стратегічної значущості відповідної складової;

E_{inf}^i – локальний коефіцієнт ефективності інформаційного потоку для конкретної складової.

Значення локального коефіцієнта ефективності визначається з урахуванням індивідуального порогу інформаційної чутливості (I^*) кожного виду потенціалу:

$$E_{inf}^i = \frac{\rho R(\omega) e^{-\lambda t}}{H(\sigma)+1} \times \exp\left(-\frac{|I-I_i^*|}{I_i^*}\right) \quad (12)$$

де:

I – фактична інтенсивність інформаційного потоку;

I_i^* – оптимальний поріг інформаційної чутливості для i -тої складової потенціалу. Максимум функції досягається при $I = I_i^*$, що відповідає оптимальному рівню навантаження для відповідної складової потенціалу.

У межах моделі для кожної складової потенціалу визначається специфічний режим обробки інформації (табл. 4).

Таблиця 4

Параметризація складових потенціалу (E-P Matrix)

Тип потенціалу	Пріоритет моделі	Специфікація порогу	Умова максимізації
Інноваційний	Пошук у ентропії	Максимальний: $I^* \rightarrow \infty$	$I \times \rho \rightarrow \max$ (Обсяг даних)
Фінансовий	Мінімальний лаг	Низький: $I^* < 500$	$A \rightarrow 1$ (Миттєва передача)

Продовження табл. 4

Тип потенціалу	Пріоритет моделі	Специфікація порогу	Умова максимізації
Виробничий	Баланс λ та μ	Середній: $I^* \approx 1000$	$\rho \rightarrow 1$ (Повне завантаження)
Кадровий	Максимальна релевантність	Низький: $I^* < 300$	$H \rightarrow 0$ (Відсутність шуму)
Маркетинговий	Фільтрація шуму	Високий: $I^* > 2000$	$R \rightarrow \max$ (Чистий сигнал)
Цифровий	Надійність інфраструктури	Адаптивний: $I^* = \mu$	$\lambda \leq \mu$ (Відсутність черг)

[авторська розробка]

Залежно від значення ефективності інформаційного потоку система управління може перебувати у різних станах, які модель ідентифікує автоматично.

- $E_{inf} \geq 0,8$ – зона резонансу, де інформація максимально ефективно конвертується у зростання потенціалу підприємства;

- $0,4 \leq E_{inf} < 0,8$ – зона стагнації, у якій ентропія інформаційного середовища починає знижувати ефективність управління;

- $0,1 < E_{inf} < 0,4$ – зона інформаційної інтоксикації, де час обробки інформації перевищує час прийняття управлінських рішень, що призводить до деградації потенціалу;

- $E_{inf} \leq 0,1$ – критичний стан (точка «Чорного лебедя»), у якому система втрачає керованість унаслідок різкого зростання інформаційної ентропії.

На відміну від статичних моделей, E-P Model розглядає потенціал як динамічну величину, що залежить ефективності інформаційного середовища. Вперше запропоновано розглядати цифровий потенціал як обмежувач для всієї інфраструктури підприємства.

Практичне застосування моделі дозволяє перейти від інтуїтивного управління до математично обґрунтованого проектування інформаційного простору підприємства.

Висновки та пропозиції. Запропонована модель може використовуватися як аналітичний інструмент управління потенціалом підприємства та оптимізації інформаційних потоків у системі управління.

Модель дозволяє ідентифікувати підрозділи, де обсяг звітів та даних перевищує пропускну здатність менеджерів, що веде до прихованої деградації потенціалу. Розрахунок цифрового потенціалу як інфраструктурної основи всієї системи управління дає змогу оцінити відповідність можливостей інформаційної інфраструктури (ERP, CRM) обсягам і складності інформаційних потоків, що обробляються підприємством.

Застосування моделі дозволяє визначати пріоритетні напрями інвестування в інформаційну інфраструктуру, зокрема обґрунтовувати доцільність підвищення швидкості передачі даних (зменшення лагу затримки) або впровадження механізмів інтелектуальної фільтрації інформації для підвищення її релевантності. Визначення порогів інформаційної чутливості для

окремих складових потенціалу дозволяє оптимізувати обсяг зібраних даних і запобігати надмірному інформаційному навантаженню, яке не створює додаткової управлінської цінності.

Крім того, модель може використовуватися для проведення стрес-тестування системи управління шляхом моделювання ситуацій із підвищеним рівнем інформаційної ентропії або різкими змінами інтенсивності інформаційних потоків. Це створює можливості для розроблення сценаріїв швидкого реагування та адаптивного налаштування системи збору даних у кризових умовах.

Загалом, використання моделі «Ефективність-Потенціал» перетворює інформаційну систему підприємства з пасивного сховища даних на динамічний інструмент управління, який максимізує капіталізацію всіх шести видів потенціалу при мінімальних витратах енергії системи управління.

Список використаних джерел:

- [1] Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- [2] Cover, T. M., & Thomas, J. A. (2006). *Elements of information theory* (2nd ed.). Wiley-Interscience. <https://doi.org/10.1002/047174882X>
- [3] Bawden, D., & Robinson, L. (2009). The dark side of information: Overload, anxiety and mania. *Journal of Information Science*, 35(2), 180-191. <https://doi.org/10.1177/0165551508095781>
- [4] Floridi, L. (2011). *The philosophy of information*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199232383.001.0001>
- [5] Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- [6] Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>
- [7] Лапін, Є. В. (2002). *Економічний потенціал підприємства*. Університетська книга.
- [8] Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180. <https://doi.org/10.1002/smj.4250050205>
- [9] Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. Irwin/McGraw-Hill.
- [10] Вітлінський, В. В. (2003). *Моделювання економіки*. КНЕУ.
- [11] Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. MIT Press. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1968.4309138>

MATHEMATICAL MODELING OF INFORMATION FLOW EFFICIENCY IN THE ENTERPRISE POTENTIAL MANAGEMENT SYSTEM

Vladyslava Kozenkova

Ph.D. in Economic sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Information Systems and Technologies
Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine



Dmytro Kozenkov

Ph.D. in Economic sciences, Professor,
Professor of the Department of international economics,
management and social-humanitarian disciplines
Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine

Summary. *The article explores the theoretical and methodological principles of the formation and functioning of information flows as a determining factor in the development of an enterprise's potential in the digitalized economy. It is shown that a large amount of unstructured data creates a paradox of «information redundancy», which leads to increased chaos in the enterprise management system and slowing down the adoption of managerial decisions. The «Efficiency-Potential» model based on the entropy approach is presented. It is proposed to consider digital potential as a basic limiter of the entire system, which determines its overall throughput. The information flow efficiency function is substantiated, which takes into account the multiplicative effect of density, relevance, time lag and data noise. The existence of an information sensitivity threshold is proven, after which the effect of information intoxication occurs, in which the costs of data processing exceed their value, which leads to analysis paralysis and loss of controllability. The need to implement differentiated «information diets» for different departments has been mathematically confirmed. The practical significance of the research results lies in creating the prerequisites for the transition from intuitive management to scientifically based design of the information space. The proposed methods help to identify bottlenecks in the management hierarchy, conduct stress testing of the system for resistance to chaos, and optimize investments in the digital infrastructure of the enterprise.*

Keywords: *modeling; enterprise potential; information flow; entropic analysis; information intoxication; E-P model; relevance.*