

Бушуєв Сергій Дмитрович

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління проектами, orcid.org/0000-0002-7815-8129
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Бушуєва Наталія Сергіївна

Доктор технічних наук, професор кафедри управління проектами, orcid.org/0000-0002-4969-7879
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Онищенко Світлана Петрівна

Доктор економічних наук, професор, директор інституту морського бізнесу, orcid.org/0000-0002-728-4939
Одеський національний морський університет, Одеса

Андрієвська Віра Олександрівна

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри управління логістичними системами і проектами, orcid.org/0000-0003-4591-1521

Одеський національний морський університет, Одеса

ЕНТАЛЬПІЯ ЯК МІРА ПОТЕНЦІАЛУ ОРГАНІЗАЦІЙ

Анотація. Енергія є універсальною категорією і може мати конкретне значення для кожного виду систем. Для організації енергія – це ресурси, що використовуються у процесі енергетичного обміну із зовнішнім середовищем. Енергетичний обмін, дисипація, взаємодія із зовнішнім середовищем у вигляді «зовнішньої частини структури» організації і температура як показник ефективності даної взаємодії у контексті як економічному, а й з урахуванням зниження невизначеності, – усе це результат поширення другого закону термодинаміки на організації та суспільство. Розвиток ентропійної концепції управління та ідеї розгляду організацій як якогось аналога термодинамічної системи, для якої характерні процеси енергообміну всередині системи та із зовнішнім середовищем, приводить до необхідності розширення переліку показників стану організації у зазначеному контексті. До функції станів відносять і ентальпію, яка відображає кількість енергії, що доступна для перетворення на теплоту згідно з прийнятим розумінням. Ентальпія в контексті організації відображає «доступний ресурс» системи для енергообміну із зовнішнім середовищем та підтримки структури системи. Метою дослідження є обґрунтування й аналіз рівняння ентальпії організацій. Такий підхід обумовлюється об'єктивним розвитком ідеї застосування закономірностей термодинаміки до управління організаціями. В рамках запропонованого дослідження запропоновано рівняння зміни ентальпії організації, що базується на рівнянні Гіббса – Гельмгольца. Це рівняння пов'язує воедино приріст вільної енергії, ентропії і невизначеність (інформаційну ентропію). Ентальпія у цьому підході оцінює енергетичний потенціал організації. Запропоновано формули для обчислення відносних показників зміни реалізованого енергетичного потенціалу та дисипації, які, по суті, дають змогу оцінювати якість управління як якість підприємницької енергії.

Ключові слова: ентропія; ентальпія; потенціал організації; управління; невизначеність; дисипація; стан організації; підприємницька енергія

Вступ

У разі турбулентності довкілля й успішності багатьох організацій всупереч загальноприйнятим стратегіям виникла потреба пошуку нових теорій управління, які давали інструментарій прийняття рішень з урахуванням як загальноприйнятих економічних законів і постулатів маркетингу. Так було обґрунтовано універсальність закону збереження енергії, яка дала змогу поширити його за різноманітні за своєю сутністю системи, зокрема, організації та суспільство загалом.

Енергія дійсно є універсальною категорією і може мати конкретне значення для кожного виду систем, зберігаючи універсальність самої ідеї енергії та її участь у різних процесах.

Для організації енергія – це ресурси, що використовуються у процесі енергетичного обміну із зовнішнім середовищем. Але цінність ресурсів — це не просто їхній грошовий еквівалент. Маючи однаковий склад ресурсів різних організацій, досягають різних результатів та успіхів якістю, цінністю найголовнішого ресурсу – енергією трудових ресурсів, саме вона забезпечує ту чи іншу

цінність наявних інших ресурсів. У [1] цей вид енергії було визначено як «підприємницька енергія». У зв'язку з цим постає питання оцінки енергетичного потенціалу організацій з урахуванням результатів реалізації підприємницької енергії. Оцінювання підприємницької енергії є доволі непростим завданням, але оцінити досягнуті та можливі результати організації з урахуванням підприємницької енергії стає можливим у рамках термодинамічного підходу, за якого за «зовнішніми» показниками системи можна судити про внутрішню структуру, її ефективність та енергообмінні процеси, що перебігають.

Огляд досліджень і публікацій

Ідея поширення законів термодинаміки на соціальні та економічні системи зародилася доволі давно. Так, в [2] автор стверджував, що: відповідно до термодинамічної теорії будь-яка відкрита система, яка допомагає потокам матерії та енергії перетинати її межі, здатна підтримувати себе в стаціонарному стані лише тому, що вона «транспортує» цінність зі свого середовища для відновлення цінності, яка була «спожита» всередині.

Згідно [3] «Енергія, як метафора, дуже застосовна до економіки. Національний продукт, отримання ренти, обмін і бартер — все це енергетична діяльність, і до них можна застосувати принципи термодинаміки. Це однаково справедливо, чи є системи тісними ізольованими системами, чи відкритими системами, пов'язаними з іншими. Закон збереження енергії компенсує і пояснює відмінності в швидкості роботи та ентропії. Другий закон говорить, що енергія рухається тільки в одному напрямку. Третій говорить, що в кінці процесу все ще буде енергетична константа».

Обґрунтування універсальності закону збереження енергії та інших начал термодинаміки дало початок універсалізації такої категорії термодинаміки, як ентропія. На підставі праць [4; 5], де, у тому числі, обґрунтовувався еквівалент енергії для суспільства та організації у вигляді матеріальних благ, була розроблена ентропійна концепція управління [6 – 11], в рамках якої сформульовані основні закономірності структури та динаміки ентропії для організацій, проєктів та проєктно-орієнтованих організацій.

Енергетичний обмін, дисипація, взаємодія із зовнішнім середовищем у вигляді «зовнішньої частини структури» організації та температура як показник ефективності такої взаємодії у контексті як економічному, а й з урахуванням зниження невизначеності, – усе це результат поширення другого закону термодинаміки на організації та суспільство. Але ентропія не є єдиним показником стану системи. За межами ентропійної концепції

управління ентропія відбиває результат взаємодії системи та середовища. Отже, ентропія оцінює стан системи із зовнішнього погляду. До функцій станів відносять і ентальпію, яка відображає кількість енергії, що доступна для перетворення на теплоту згідно з прийнятим розумінням.

Як і у випадку з «ентропією», застосовність категорії «ентальпія» за межами термодинаміки була спочатку обґрунтована для соціальних індивідуумів та систем [12]. Далі це було розглянуто в рамках психології взаємодії індивіда та суспільства [13]. На жаль, на сьогодні практично немає продовження досліджень сутності та закономірності формування і динаміки ентальпії для організацій, соціальних та економічних систем.

Мета статті

Метою пропонованого дослідження є обґрунтування та аналіз рівняння ентальпії організацій. Такий підхід обумовлюється об'єктивним розвитком ідеї застосування закономірностей термодинаміки до управління організаціями.

Виклад основного матеріалу

Рівняння зміни ентальпії організації

В основі універсальності положень термодинаміки є наявність енергії у систем різної природи. Як згадувалося, енергія організації – це її ресурси, оцінені у фінансовому еквіваленті.

Проте в деяких джерелах [9] виокремлюють такий специфічний вид енергії, як «підприємницька енергія». У [6] такий ресурс визначають як енергія трудових ресурсів. По суті, це знання, досвід, уміння, компетентності персоналу та менеджерів. Це особливий вид енергії, який також оцінюється грошовим еквівалентом (заробітна плата тощо), але відіграє найголовнішу роль ефективності енергообміну організації із зовнішнім середовищем. За одних і тих самих витрат на ресурси двох організацій, успішнішою буде та, у якій «особливий вид енергії» – енергія трудових ресурсів або підприємницька енергія буде вищого рівня. Звичайно, значну роль відіграє мотивація, яка допомагає мобілізувати і реалізувати потенціал співробітників, але всі ці питання є окремою темою дослідження.

Як відомо, ентальпія – це властивість речовини, що вказує кількість енергії, яку можна перетворити на теплоту. Ентальпію часто визначають як повну енергію речовини, тому що вона дорівнює сумі його внутрішньої енергії в даному стані разом з його здатністю зробити роботу.

Ентальпію в контексті організацій можна визначити як «доступний ресурс» системи для

енергообміну із зовнішнім середовищем та підтримки структури системи, що визначається насамперед підприємницькою енергією.

Зазначимо, що рівняння в класичній термодинаміці не виводяться на підставі певних законів. Вони або встановлюються досвідченим шляхом, або є методами статистичної фізики. Для організацій узагальнення досвіду логічні ланцюжки взаємозв'язків різних категорій дають змогу також обґрунтувати ті чи інші рівняння взаємозв'язків, або уточнити змістовно вже наявні у межах термодинаміки чи статистичної фізики. Підприємницька енергія забезпечує певний рівень взаємодії організації та зовнішнього середовища, формуючи потоки вхідної та вихідної енергії E^{in}, E^{ex} (рис. 1).

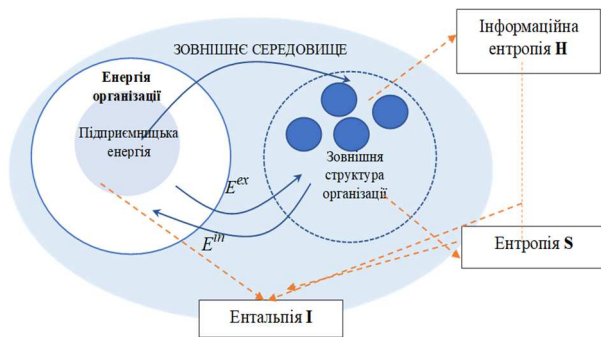


Рисунок 1 - Схема формування ентальпії організації

Крім того, результатом взаємодії організації і зовнішнього середовища (в [7] вказувалося на «контрольовану частину зовнішнього середовища» – або зовнішню структуру організації) є не лише певне співвідношення E^{in}, E^{ex} , а й рівень інформаційної ентропії H , що відображає ступінь невизначеності результатів «енергообміну» організації. Чим нижчий рівень H , тим вищий якісний рівень підприємницької енергії організації. Стан організації з погляду її енергообміну із зовнішнім середовищем, ступеня контролю за нею, а також енерговитрат на саму організацію (підтримка структури) оцінюється за допомогою ентропії S .

З урахуванням багатоаспектності систем, стан яких оцінюється ентропією та ентальпією, у літературі є відповідні різноманітні рівняння. На наш погляд, рівняння Гіббса – Гельмгольца є найбільш прийнятною формалізацією для організацій, оскільки, по-перше, не використовує такі категорії, як об'єм, тиск, маса частинок, що є в інших рівняннях для ентальпії; по-друге, це рівняння пов'язує ентропію та ентальпію, що з урахуванням розвитку ентропійної концепції управління є найбільш раціональним.

Ентропія системи тим вища, що більший ступінь неупорядкованості (безладу) системи. Отже, якщо процес йде у напрямку збільшення неупорядкованості системи, ΔS – величина позитивна. Для збільшення ступеня порядку в системі необхідно витратити енергію. Це впливає з другого закону термодинаміки. Кількісно залежність між змінами ентальпії, ентропії та вільної енергії описується рівнянням Гіббса – Гельмгольца.

Слід зазначити, що з оцінки станів системи, важливим не саме значення оцінного показника [11]. Відповідно до рівняння Гіббса – Гельмгольца енергія, ентальпія та ентропія пов'язані так:

$$\Delta G = \Delta I - T\Delta S, \quad (1)$$

де ΔI – зміни ентальпії; ΔG – зміни енергії; T – температура; ΔS – зміни ентропії.

Категорія "температура" для організацій була визначена в [6; 9]. Температура – це величина, яка показує стан системи по відношенню до якогось «ідеального» стану. Комбінація ефективності та порядку може виступати як температура, тому [6] було запропоновано таку формулу температури:

$$T = \frac{\mu}{H}, \quad (2)$$

де μ – відносна енергоефективність організації (порівняно з якоюсь еталонною величиною); H – інформаційна ентропія.

Пропонований підхід до температури засновано на оцінці здатності організації «розігріти» зовнішнє середовище так, щоб забезпечувався відтік енергії звідти та приплив в організацію у вигляді E^{in} за певного рівня впорядкування H . По суті, температура (2) – це температура середовища, що забезпечується організацією. Отже, на відміну від температури в термодинаміці, температура організації – це температура «підконтрольної» частини зовнішнього середовища, звідки надходять потоки енергії та негаентропії (або відтік ентропії).

З (1) впливає:

$$\Delta I = \Delta G + T\Delta S. \quad (3)$$

Зазначимо, що у цьому випадку енергія організації є аналогом енергії Гіббса (вільна енергія, або потенціал Гіббса, або термодинамічний потенціал).

З (2) впливає, що деяка кількість теплоти $T\Delta S$ витрачається на збільшення ентропії. Ця частина енергії втрачена для виконання корисної роботи, її іноді називають «пов'язаною енергією». Інша частина теплоти ΔG може бути використана для здійснення "корисної" роботи, тому енергію Гіббса часто називають також вільною енергією.

Отже, ентальпія є оцінкою енергетичного потенціалу організації з урахуванням та інформаційної ентропії та ентропією в термодинамічному контексті.

У термінах ентропійної концепції управління [11]:

$$\Delta G = E^{in} - E^{ex}, \quad (4)$$

де E^{in}, E^{ex} , відповідно, вхідна та вихідна енергія – приплив ресурсів та його витрати у процесі діяльності організації.

Енергія Гіббса показує, яка частина повної внутрішньої енергії системи використовується для «роботи», у термінах організації та її енергії. Енергія Гіббса може трактуватися як «реалізований енергетичний потенціал» організації, тоді як ентальпія – «повний енергетичний потенціал» організації.

Аналіз рівняння зміни ентальпії організації

З урахуванням виразу температури (2), (3) набуде вигляду:

$$\Delta I = E^{in} - E^{ex} + \frac{\mu}{H} \Delta S. \quad (5)$$

Відзначимо, що μ та H визначають ентропію [8], і ΔS залежить від зміни енергоефективності та інформаційної ентропії. У формулі (5) $\frac{\mu}{H}$ це досягнуте значення «температури». Якщо в термодинаміці інтерес для оцінки стану системи представляють абсолютні значення змін енергії, ентропії та ентальпії, то з погляду організації і використання інформації в управлінні, необхідні відносні одиниці.

Пропонується використовувати такі показники:

$$P_{\Delta G} = \frac{\Delta G}{\Delta I} = \frac{E^{in} - E^{ex}}{\Delta I} = \frac{E^{in} - E^{ex}}{E^{in} - E^{ex} + \frac{\mu}{H} \Delta S}, \quad (6)$$

$$P_{\Delta S} = \frac{\frac{\mu}{H} \Delta S}{\Delta I} = \frac{\frac{\mu}{H} \Delta S}{E^{in} - E^{ex} + \frac{\mu}{H} \Delta S}, \quad (7)$$

які в сумі формують одиницю та відображають, відповідно, частки реалізованого енергетичного потенціалу $P_{\Delta G}$ та дисипації $P_{\Delta S}$. Чим вище значення (6), тим успішніше організація реалізує свій енергетичний потенціал. На рис. 2 для прийнятих вихідних даних продемонстровано залежність зміни ентальпії від зміни ентропії для різних значень H .

Природно, що при збільшенні ентропії приросту відбувається збільшення приросту ентальпії, що характеризує збільшення енергетичного потенціалу.

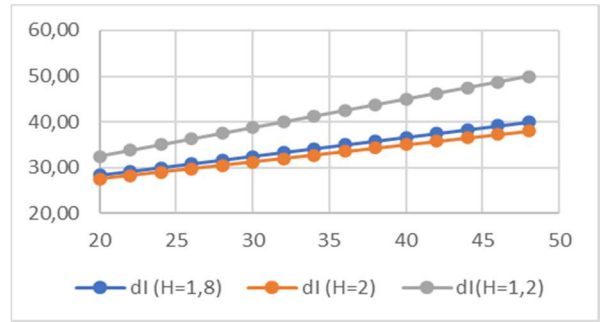


Рисунок 2 – Залежність ΔI від ΔS для різних значень H

Чим нижчий рівень інформаційної ентропії H , тим вищий енергетичний потенціал організації, оскільки низький рівень невизначеності характеризує ефективність підприємницької енергії з погляду на зовнішнє середовище та створення умов для організації, у яких ступінь впевненості в результатах висока. Отже, ентальпія підвищується при зниженні невизначеності, енергетичний потенціал зростає. На рис. 3 для цих даних представлені залежності $P_{\Delta G}$ від ентропії для різних значень. При рівні приросту енергії (енергії Гіббса) частка реалізованого енергетичного потенціалу вища для вищого рівня невизначеності. Відповідно, для частки дисипації навпаки $P_{\Delta S}$ (рис. 4).

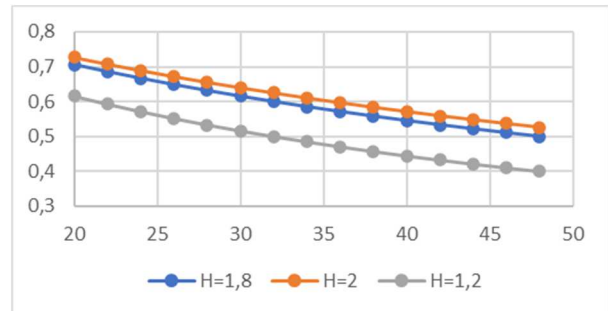


Рисунок 3 – Залежність $P_{\Delta G}$ від ΔS для різних значень H

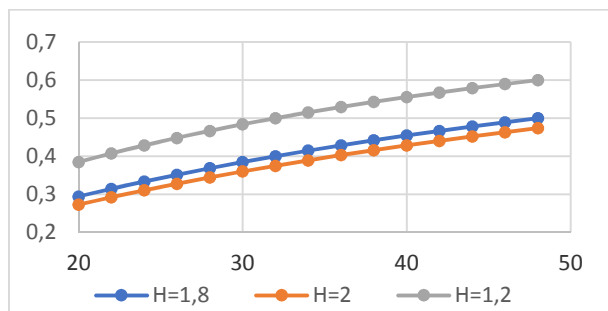


Рисунок 4 – Залежність $P_{\Delta S}$ від ΔS для різних значень H

Відповідно до [7] ентропія організації:

$$S = \frac{(U - E^{in}) \cdot U \cdot \eta^{et} \cdot H}{U + E^{in} - E^{ex}}, \quad (8)$$

де S – енергоентропія; H – інформаційна ентропія; U – сумарна енергія (капітал) організації; E^{in} – прилив енергії, E^{ex} – відтік енергії (вільна енергія, що спрямовується на виконання робіт), η^{et} – показник еталонної енергоефективності організації;

$$\mu = \frac{\eta}{\eta^{et}}, \eta = \frac{U + (E^{in} - E^{ex})}{U}. \quad (9)$$

З урахуванням виразу ентропії рівняння зміни ентальпії набуде вигляду:

$$\begin{aligned} \Delta I = E^{in} - E^{ex} + \frac{\mu}{H} \Delta S = (E_2^{in} - E_2^{ex}) + \\ + \frac{U_2 + (E_2^{in} - E_2^{ex})}{U_2 \cdot H_2 \cdot \eta^{et}} \times \\ \times \left(\frac{(U_2 - E_2^{in}) \cdot U_2 \cdot \eta^{et} \cdot H_2}{U_2 + E_2^{in} - E_2^{ex}} - \right. \\ \left. - \frac{(U_1 - E_1^{in}) \cdot U_1 \cdot \eta^{et} \cdot H_1}{U_1 + E_1^{in} - E_1^{ex}} \right), \end{aligned} \quad (10)$$

де, відповідно: $U_2, E_2^{in}, E_2^{ex}, H_2$ і $U_1, E_1^{in}, E_1^{ex}, H_1$ – значення сумарної енергії, припливу та відтоку енергії та інформаційної ентропії в поточний та попередній момент часу. У таблиці представлені дані та результати розрахунку зміни ентропії і ентальпії на базі представлених вище формул.

Таблиця – Дані та результати розрахунку зміни ентропії і ентальпії

t	U	E^{in}	E^{ex}	H	S	ΔS	ΔI
0	100	80	70	2	54,5	-	-
1	110	90	70	1,8	45,6	-8,85	-954,4
2	130	120	100	1,5	19,5	-26,1	-3386
3	150	120	100	1,5	59,5	40,06	6031,2

Як видно, загальна енергія організації U зростає, інформаційна ентропія поступово знижується, рівень ентропії S спочатку зменшується, потім збільшується (за рахунок насамперед збільшення «пов'язаних» ресурсів – частка E^{ex} в момент часу $t = 3$ зменшується по відношенню до попереднього періоду). Відповідно, приріст ентропії спочатку від'ємний (для $t = 1, 2$), для $t = 3$ додатний. Приріст

ентальпії спочатку також від'ємний, оскільки потенціал організації використовується в достатньому обсязі, про це свідчить зменшення інформаційної ентропії H і енергоентропії S ; для $t = 3$ приріст ентальпії значний, що говорить про значний енергопотенціал організації (рівень U підтверджує це), але цей потенціал слід реалізовувати, що виражається значенням $\Delta G = E^{in} - E^{ex}$.

Зазначимо, що згідно з пропонованим підходом, формується логічний ланцюжок (рис. 5). Адекватний якісний і кількісний рівень підприємницької енергії сприяє підвищенню температури організації – знижується інформаційна ентропія (рівень невизначеності та некерованості зовнішнім середовищем) та / або підвищується відносна енергоефективність, що призводить до підвищення різниці між притоками та відтоками енергії. Всі зазначені фактори, зрештою, сприяють підвищенню ентальпії, яка, зокрема, впливає на підприємницьку енергію. Але це питання вимагає окремого вивчення.

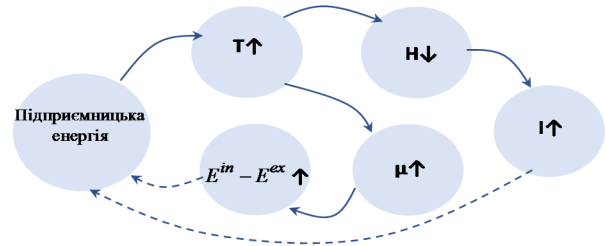


Рисунок 5 – Логічний ланцюжок взаємозв'язків складових ентальпії

Зазначимо, що підприємницька енергія є драйвером зниження ентропії і підвищення рівня «вільної енергії». На відміну від класичної термодинаміки, де температура є переважно зовнішнім фактором, для організації рівень температури (співвідношення енергоефективності та інформаційної ентропії) є переважно результатом діяльності самої організації і використання підприємницької енергії. Тому, природно, що представлені результати вимагають подальшого аналізу та деталізації з урахуванням особливостей організацій як соціо-економічних систем, де процеси обміну інформацією та енергією із зовнішнім середовищем мають певну специфіку.

Висновки

Розвиток ентропійної концепції управління й ідеї розгляду організацій як якогось аналога термодинамічної системи, для якої характерні процеси енергообміну всередині системи та із зовнішнім середовищем, приводить до необхідності розширення переліку показників стану організації у зазначеному контексті. Тому в рамках дослідження

запропоновано рівняння зміни ентальпії організації, що базується на рівнянні Гіббса – Гельмгольца. Це управління пов'язує воедино приріст вільної енергії, ентропії та невизначеність (інформаційну ентропію). Ентальпія у цьому підході оцінює енергетичний потенціал організації. Запропоновано формули для обчислення відносних показників зміни реалізованого енергетичного потенціалу та дисипації, які, по суті, дають змогу оцінювати якість управління як якість підприємницької енергії.

Представлені результати є першим етапом у

дослідженні ентальпії організації, формуючи концептуальний підхід до оцінки стану організації за допомогою цього показника, а отже, потребують подальшого розвитку і деталізації. Так, згідно з властивістю ентальпії, вона є адитивною величиною, тобто її підсумкове значення для певної системи є сумою ентальпій підсистем. Це, зокрема, може бути використане надалі для розгляду проєктно-орієнтованих організацій і дослідження станів кожного проєкту та його ролі у загальному портфелі проєктів організації.

Список літератури / References

1. Bushuyev, S., Murzabekova, A., Murzabekova, S. & Khusainov, M. (2017). Develop breakthrough competence of project managers based on entrepreneurship energy. Proc. 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), pp. 11–16. <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2017.8099420>
2. Shmuel, Amir. (1994). The role of thermodynamics in the study of economic and ecological systems. *Ecological Economics*, 10, 2, 125–142. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(94\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0921-8009(94)90004-3)
3. Villacís González, J. (2009). Thermodynamic Laws Applied To Economic Systems. *American Journal of Business Education (AJBE)*, 2(3), 83–86. <https://doi.org/10.19030/ajbe.v2i3.4052>
4. Chen, Jing. (2008). Understanding Social Systems: A Free Energy Perspective (September 16, 2008). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1269035>
5. Stepanić, J., Sabol, G. & Stjepan Žbec, M. (2005). Describing social systems using social free energy and social entropy. *Kybernetes*, 34, 6, 857–868. <https://doi.org/10.1108/03684920510595535>
6. Stepanić, Josip. (2004). Social equivalent of free energy. *Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS 2.1*, 53–60.
7. Bondar, A., Bushuyeva, N., Bushuyev, S., Onyshchenko, S. (2020). Modelling of Creation Organisational Energy Sergey –Entropy. Proc. IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Zbarazh, Ukraine, pp. 141–145. <https://doi.org/10.1109/CSIT49958.2020.9321997>
8. Bondar, A., Bushuyev, S., Bushuyeva, V. & Onyshchenko, S. (2021). Complementary strategic model for managing entropy of the organization. *CEUR Workshop Proceedings*, 2851, 293–302. <http://ceur-ws.org/Vol-2851/paper27.pdf>
9. Bushuyev, S., Onyshchenko, S., Bushuyeva, N. & Bondar, A. (2021). Modelling projects portfolio structure dynamics of the organization development with a resistance of information entropy. Proc. IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), pp. 293–298. <https://doi.org/10.1109/CSIT52700.2021.9648713>
10. Bondar, A., Bushuyeva, N., Bushuyev, S., Onyshchenko, S. (2021). Modelling of creation organisations energy-entropy. Proc. IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465911>
11. Bondar, A., Bushuyev, S., Bushuyeva, N. & Onyshchenko, S. (2020). Action-entropy Approach to Modelling of ‘Infodemic Pandemic’ System on the COVID-19 Case. Proc. IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), pp. 215–220. <https://doi.org/10.1109/CSIT49958.2020.9321998>
12. Bondar, A., Onyshchenko, S., Vishnevskaya, O., Vishnevskiy, D., Glovatska, S. & Zelenskiy, A. (2020). Constructing and Investigating a Model of the Energy Entropy Dynamics of Organizations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(3), 50–56. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206254>
13. Starkermann, R. (1988). Social entropy, enthalpy, exergy and disergy in examples, *Mathematical and Computer Modelling*, 10, 6, 409–418. [https://doi.org/10.1016/0895-7177\(88\)90030-1](https://doi.org/10.1016/0895-7177(88)90030-1)
14. Leachman, J. (2016). Initial thoughts on the thermodynamics of societal phase change. <https://hydrogen.wsu.edu/2016/04/07/initial-thoughts-on-the-thermodynamics-of-societal-phase-change>
15. Bennewitz, Jürgen. (2006). Application of the Main Laws of Thermodynamics on Economics. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.969980>

Стаття надійшла до редколегії 02.02.2022

Bushuyev Sergiy

DSc (Eng.), Professor, Head of the Department of Project Management, orcid.org/0000-0002-7815-8129
Kyiv National University of Constructure and Architecture, Kyiv

Bushuyeva Natalia

DSc (Eng.), Professor of the Department of Project Management, orcid.org/0000-0002-4969-7879
Kyiv National University of Constructure and Architecture, Kyiv

Onyshchenko Svitlana

DSc (Economics), Professor, Marine Business Institute, orcid.org/0000-0002-728-4939

Odesa National Maritime University, Odesa

Andrievska Vira

PhD, Associated Professor, Logistic system and project management, orcid.org/0000-0003-4591-1521

Odesa National Maritime University, Odesa

ENTHALPY AS A MEASURE OF THE ORGANIZATIONS' POTENTIAL

Abstract. Energy is a universal category and have a relevant meaning for each type of system. For organizations energy is a resource used in the energy exchange process with the external environment. Energy exchange, dissipation, interaction with the external environment by the form of "external part of the structure" of the organization and temperature as an indicator of the effectiveness of this interaction in the context not only economically but also with uncertainty - all this is the result of the second thermodynamics law universality. The development of entropy management concept and the idea of considering organizations as an analogue of a thermodynamic system, which is characterized by energy exchange processes within the system and with the external environment, grounds to the necessity to expand the set of indicators of the organization' state in this context. The functions of states include enthalpy, that reflects the amount of energy available for transformation into heat according to accepted understanding. Enthalpy in the context of organizations reflects the "available resource" of the system for energy exchange with the external environment and maintaining the structure of the system. The purpose of this study is to substantiate and analyze the enthalpy equation for organizations. This approach is approved by the development of the idea to apply the thermodynamics laws to the management of organizations. In the framework of this study, the equation of enthalpy change based on the Gibbs-Helmholtz equation is proposed. This equation unifies the increase of free energy, entropy and uncertainty (information entropy). Enthalpy in this approach assesses the energy potential of the organization. Formulas for calculating the relevant indicators of changes in the realized energy potential and dissipation are proposed, that, in fact, make it is possible to evaluate the quality of management as the quality of entrepreneurial energy.

Keywords: entropy; enthalpy; potential of the organization; management; uncertainty; dissipation; state of the organization; entrepreneurial energy

Посилання на публікацію

- APA Bushuyev, Sergiy, Bushuyeva, Natalia, Onyshchenko, Svitlana & Andrievska, Vira. (2022). Enthalpy as a measure of the organizations' potential. *Management of Development of Complex Systems*, 49, 5–11, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.49.5-11.
- ДСТУ Бушуєв С. Д., Бушуєва Н. С., Онищенко С. П., Андрієвська В. О. Ентальпія як міра потенціалу організації. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2022. № 49. С. 5 – 11, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.49.5-11.