

УДК 65.012.3: 316.422

РОЗРОБКА ТЕРМОДИНАМІЧНИХ КОГНІТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

О. С. САВЕЛЬЄВА^{1*}, І. І СТАНОВСЬКА², А. В. ТОРОПЕНКО¹, К. І. БЕРЕЗОВСЬКА¹,
И. ХЕБЛОВ¹¹ Кафедра нафтогазового та хімічного машинобудування, Одеський національний політехнічний університет, Одеса, УКРАЇНА² Кафедра вищої математики та моделювання систем, Одеський національний політехнічний університет, Одеса, УКРАЇНА

*email: okssave@gmail.com

АНОТАЦІЯ Розглянуто застосування термодинамічних залежностей для підтримки прийняття рішень в проектній діяльності. Для цього проаналізовано множину елементів проектної діяльності, виділено термодинамічні аналоги перенесення та їхні параметри і критерії, здійснено адаптування множини потенціалів та потоків до моделювання за типом термодинамічних функцій та критеріїв, запропоновано термодинамічні когнітивні моделі перенесення матеріально-фінансових ресурсів між елементами проектної діяльності на основі аналітичних критеріальних рівнянь теплофізичних процесів.

Ключові слова: управління проектами, термодинамічні когнітивні моделі, проектна діяльність

DEVELOPMENT OF THERMODYNAMICS COGNITIVE MODEL OF PROJECT ACTIVITIES

O. S. SAVELEVA^{1*}, I. I. STANOVSKA², A. TOROPENKO¹, K. BERESOVSKA¹, I. HEBLOV¹¹ Department of Oil, Gas and Chemical Mechanical Engineering, Odessa National Polytechnic University, Odessa, UKRAINE² Department of Mathematics and Modeling Systems, Odessa National Polytechnic University, Odessa, UKRAINE

ABSTRACT Application of thermodynamic relations for decision support project activities. For this analysis of multiple elements of project activity, highlighted thermodynamic analogues transfer and their parameters and criteria made to adapt the set potentials and flows to modeling the type of thermodynamic functions and criteria proposed thermodynamic cognitive models transfer material and financial resources among elements of project activity based on analytical criterion equations thermal processes.

It was the assertion that if the project management process is organized so that during its life cycle followed by criteria similarity between changes its settings and changes of parameters of a thermodynamic processes, the result is extreme project management feasibility. By the appropriateness of such parameters can be assigned, such as financial, material and time costs, the characteristics of the human factor, and more. For thermodynamic cognitive models project an analysis of analytic functions of physical processes in the form of relationships between the dimensionless complexes - similarity criteria. A conventional analogy between the thermodynamic potentials and flows and available means and financial flows in project management. Similarly obtained depending criterion for project activities, assets criterion that characterizes intensity fondoobminu on border project environment - dynamic environment; fondoobminu unregulated criterion that characterizes the attitude and spontaneous managed resource flows; criterion that characterizes the ratio of circumstances that prevent fondoobminu a resource stream. An expression characteristics of the financial capacity of the project environment. Posed and solved in the task proposed as the basis for further research and practical implementation with a view promoted by project activities at various stages.

Keywords: project management, cognitive thermodynamic model, the project activity

Вступ

Управління навіть простим проектом є задачею складною і багатовимірною. Ризики, які є непередбачуваними і незапланованими подіями, здійснюють свій негативний вплив на процеси управління проектами і спонукають до проведення перерозподілу наявних ресурсів або залучення нових, що, в результаті, може зробити неможливим виконання управлінських зобов'язань, призвести до зриву проекту або втрати його конкурентоспроможності [1]. Команді проекту

необхідно мати на увазі, що пропозицій по проектах завжди більше, ніж можливості наявних ресурсів, а для прийняття швидких та ефективних управлінських рішень при змінах в динамічному оточенні проекту, виборі проектних дій, які найкраще відповідають меті організації в рамках наявних ресурсів, необхідна відповідна система підтримки прийняття рішень [2].

Завдання «на поширення» внутрішніх і зовнішніх збурень, що виникають в об'єктах, вирішуються, наприклад, в термодинаміці, електротехніці, гідравліці, де цьому сприяє наявність відповідних законів природи. Більш того, між

описами перерахованих завдань існують аналогії, які дозволяють, наприклад, моделювати теплові процеси за допомогою електричних або гідравлічних і навпаки [3, 4]. На жаль, поширення ресурсних потоків в управлінні проектами підпорядковується зовсім іншим, нефізичним законам і, тому, побудова подібних аналогій в рамках розв'язання управлінських задач неможлива без розроблення відповідних правил та прийняття нагальних припущень і обмежень [5, 6].

Мета роботи

Метою роботи є розробка термодинамічних когнітивних моделей перенесення матеріально-фінансових ресурсів між елементами проектної діяльності на основі аналітичних критеріальних рівнянь теплофізичних процесів.

Для досягнення цієї мети в роботі були поставлені та вирішені наступні завдання: виділити термодинамічні аналоги перенесення та їхні параметри і критерії; розробити когнітивні моделі для інформаційної підтримки процесів управління проектами і програмами, які засновані на аналогах теплофізичних процесів перенесення.

Викладення основного матеріалу

Терміни теплофізичних процесів, які описують критеріальні рівняння, наразі все ширше проникають в моделі процесів управління проектами. В роботах, які стосуються питань методології процесу управління, зустрічаються, наприклад, такі терміни, як турбулентне зовнішнє оточення, дифузія операційної діяльності в проектну, принципи взаємності, еквівалентності, симетрії, суперпозиції в ресурсообміні при компенсації ризикових подій тощо [7 - 9].

Для процесів, які можуть бути описані законами термодинаміки властива відсутність поняття мети і доцільності, оскільки вони завжди самовільні і однозначні з точки зору інтенсивності і напрямку протікання, незмінні при сталих термодинамічних умовах. Процеси в управлінні проектами такими якостями не володіють. Сама інтенсивність протікання та напрям розподілу ресурсів при зміні обставин, перенесенні граничних термінів виконання робіт повністю визначаються менеджером проекту, який на власний розсуд вирішує ці питання в рамках свого розуміння і оцінювання поточної ситуації проекту та можливостей.

Оскільки процеси перенесення описуються в термодинаміці аналітичними рівняннями, проведення аналогій між останніми та процесами в управлінні проектами потребує побудови подібних рівнянь. Очевидно, що в проектній діяльності такі моделі можуть бути тільки когнітивними [10]. Тому їх побудова починається з визначення елементів досліджуваної системи і встановлення зв'язків між

ними. На рівні когнітивної моделі кожен зв'язок між елементами описується відповідним рівнянням, яке може містити як кількісні (вимірювані) змінні, так і якісні (невимірювані). Кількісні змінні входять в модель у вигляді їх чисельних значень. Кожній якійсній змінній може бути поставлена у відповідність сукупність лінгвістичних змінних, які відображають різні підсистеми цієї якісної змінної [10].

Описання процесів управління проектами за допомогою термодинамічних аналогій дозволяє скористатися відомою спільністю між гідравлічними, тепловими і електричними процесами та вибрати зручну форму представлення моделі, в залежності від області її застосування в проектній діяльності: планування, власне управління, реагування на зовнішні виклики, тощо.

В якості прикладу розглянемо структуру наступних схем (рис. 1).

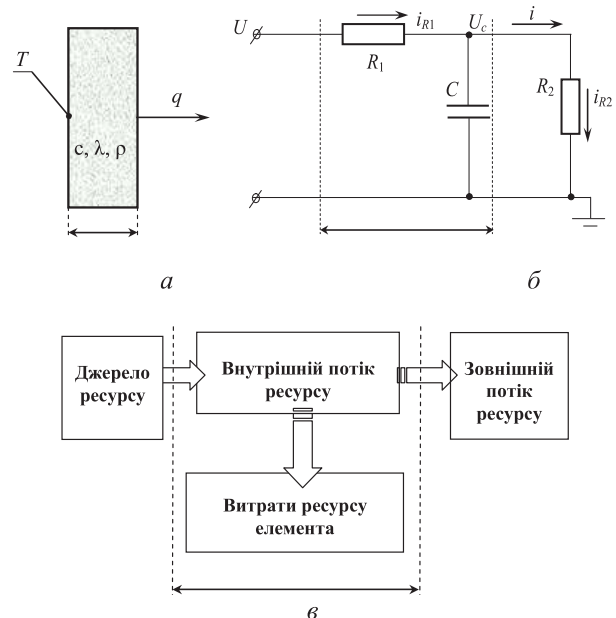


Рис. 1 – Схеми процесів: а – теплообміну, б – електрообміну, в – перерозподілу фінансового забезпечення між елементами управління проектом

З рисунку видно, що схеми мають певну структурну аналогію: елементи передачі/поглинання та елементи зв'язку з оточуючим середовищем.

В підсумку, можна стверджувати, що коли процес управління проектом організовано так, щоб під час його життєвого циклу дотримувалася критеріальна подібність між змінами його параметрів і змінами параметрів одного з термодинамічних процесів, то результат управління проектом досягає екстремальної доцільності.

Покращення цих параметрів тільки за рахунок застосування подібності в інформаційній системі підтримки проектної діяльності може свідчити про вірність висунутого твердження.

Введемо наступну умовну аналогію між термодинамічними (електро-, тепло- і гідравлічними) потенціалами і потоками, а також доступними засобами і фінансовими потоками в управлінні проектом (табл. 1).

Таблиця 1 – Аналогія між потенціалами і потоками

Вид	Електро-техніка	Тепло-техніка	Гідравліка	Проект
Потенціал	U , В, напруга	T , К, температура	P , Па, тиск	ДЗ, грн, доступні засоби
Потоки	I , А, струм	q , Дж/с, тепловий потік	Q , м ³ /с, витрати	ФП, грн/доб, фінансові потоки

Теплові, електричні і гідравлічні потоки в табл. 1 пов'язані з причинами, які їх викликають, відомими співвідношеннями:

$$U = U(\Gamma, \Lambda, E); \quad I = I(\Gamma, \Lambda, E); \quad (1)$$

$$T = T(\Gamma, \Lambda, E); \quad q = q(\Gamma, \Lambda, E); \quad (2)$$

$$P = P(\Gamma, \Lambda, E); \quad Q = Q(\Gamma, \Lambda, E); \quad (3)$$

де Γ – геометричні характеристики; Λ – властивості середовища розповсюдження; E – потужність зовнішнього або внутрішнього джерела відповідного потенціалу.

Переходячи до когнітивної моделі фінансових потоків, по аналогії з (1) – (3) та у відповідності до позначень в табл. 1 маємо:

$$ДЗ = ДЗ(\Phi, \Pi, O); \quad \Phi\Pi = \Phi\Pi(\Phi, \Pi, O), \quad (4)$$

де Φ – фаза життєвого циклу проекту (початкова, розробка, реалізація, завершення, тощо); Π – складові проекту (підпроект, що входить в проект); O – область проекту (зміст, терміни, витрати, ризики, персонал, сторони, поставки, якість, інформація та ін.) [12].

Для отримання аналітичних функцій при експериментальному вивченні фізичних процесів дослідні дані представляють у вигляді залежностей між безрозмірними комплексами – критеріями подібності. Зокрема, для процесів передачі тепла використовують наступні критерії:

– тепловіддачі Нуссельта (характеризує інтенсивність теплообміну на границя потік – стінка)

$$Nu = \frac{\alpha l_0}{\lambda}, \quad (5)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, Дж/м²с·К; l_0 – характерний лінійний розмір поверхні теплообміну, м; λ – коефіцієнт теплопровідності, Дж/м·с·К;

– конвективного теплообміну Пекле (є мірою відношення теплоємності і теплопровідності системи):

$$Pe = \frac{wl_0}{\alpha}, \quad (6)$$

де w – швидкість рідини або газу, м/сек;

– Рейнольдса (характеризує відношення сил інерції та в'язкості в потоці)

$$Re = \frac{wl_0}{\nu}, \quad (7)$$

де ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості, коефіцієнт в'язкості, м²/с;

– Прандтля (характеризує теплофізичні властивості середовища)

$$Pr = \frac{Pe}{Re} = \frac{\nu}{\alpha}. \quad (8)$$

Враховуючи (4) отримуємо по аналогії з (5 – 8) нові термодинамічні критеріальні залежності для проектної діяльності:

– критерій фондовіддачі

$$\Phi O = \frac{\alpha_{np} l_0}{\lambda_{np}}, \quad (9)$$

який характеризує інтенсивність фондообміну на границі проектне середовище – динамічне оточення; тут α_{np} – середній коефіцієнт фондovіддачі, l_0 – характерний розмір ділянки фондообміну; λ_{np} – коефіцієнт передачі;

– критерій нерегульованого фондообміну

$$HE = \frac{w_{np} l_0}{\alpha_{np}}, \quad (10)$$

який характеризує відношення керованих і спонтанних ресурсних потоків; тут w_{np} – швидкість передачі ресурсів;

– гальмівний критерій

$$TK = \frac{w_{kp} l_0}{\nu_{kp}}, \quad (11)$$

що характеризує відношення обставин, які перешкоджають фондообміну в ресурсному потоці; тут ν_{kp} – кінематичний коефіцієнт гальмування; μ_{np} – динамічний коефіцієнт гальмування.

Відношення

$$PP = \frac{HE}{TK} = \frac{\nu_{np}}{\alpha_{np}} \quad (12)$$

характеризує фінансові можливості проектного середовища.

На відміну від прямих задач термодинаміки, когнітивні моделі проектної діяльності дозволяють розв'язувати обернені задачі проектного менеджменту. Їх суть така: відомі – закони менеджменту, граничні умови, властивості навколишнього середовища, конфігурація об'єктів і доступні фінанси, знайти – оптимальні рекомендації з розподілу фінансових потоків.

Зворотні задачі по суті своїй некоректні: вони можуть не мати рішення взагалі або мати декілька рішень. У цьому випадку термодинамічна критеріальна підтримка когнітивних моделей перенесення ресурсних потоків в управлінні проектами та програмами може виявитися єдиною основою для прийняття рішень менеджером проекту.

Обговорення результатів

Дослідження, представлені в роботі, дозволили запропонувати новий ефективний і нетрадиційний метод термодинамічної критеріальної підтримки когнітивних моделей перенесення ресурсних потоків в управлінні проектами та програмами. Він дозволяє в складних малопередбачуваних і стохастичних умовах проектної діяльності знаходити ефективні рішення з оптимізації матеріальних і фінансових потоків.

Отримані результати означають, що проектний менеджмент отримує в своє розпорядження новий інструмент інформаційної підтримки пошуку проектних рішень перерозподілу ресурсних потоків, які опираються на аналітичні залежності в моделях термодинамічних процесів.

Завдяки такому підходу, коли змістом проектної діяльності є, наприклад, організація обміну різними матеріальними ресурсами між окремими підсистемами, які входять до проекту, може бути досягнуто найбільшої ефективності управління.

Висновки

Розглянуто застосування термодинамічних залежностей для підтримки прийняття рішень в проектній діяльності. Для цього проаналізовано множини елементів проектної діяльності, а також видів і субстанцій переносу (потенціалів та потоків), здійснено адаптування цієї множини до моделювання за типом термодинамічних функцій та критеріїв.

Було висловлено твердження про те, що коли процес управління проектом організовано так, щоб під час його життєвого циклу дотримувалася критеріальна подібність між змінами його параметрів і змінами параметрів одного з термодинамічних процесів, то результат управління проектом досягає екстремальної доцільності.

Поставлені і вирішені в роботі завдання є основою для подальшого продовження наукових досліджень та практичного впровадження термодинамічних когнітивних моделей з метою інформаційної підтримки проектної діяльності на різних її етапах.

Список літератури

- 1 **Aubert, B. A.** A framework for information technology outsourcing risk management / **B. A. Aubert** // *The Data Base for Advances in Information Systems*. – 2006. – V. 13(2). – p. 122 – 127.

- 2 EIA-649-B. Configuration Management Standard. *TechAmerica*. – 2011.
- 3 **Akhlagh, E.** A rough-set based approach to design an expert system for personnel selection / **E. Akhlagh** // *World Academy of Science, Engineering and Technology*. – 2011. – Vol. 54. – P. 202 – 205.
- 4 **Sadiq, R.** Fuzzy cognitive maps for decision support to maintain water quality in ageing water mains / **R. Sadiq, Y. Kleiner, B. B. Rajani** / *4th International Conference on Decision-Making in Urban and Civil Engineering*, Porto. – 2004. –P. 1 – 10.
- 5 **Atkinson, R.** Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria / **R. Atkinson** // *International journal of project management*. – 2000. – V.17, Issue 6. – P. 337 – 342.
- 6 **Nasir, R.** Offshore country selection risk management model: Systematic literature Review Protocol / **Nasir Rashid, Siffat Ullah Khan** // *Journal of Computer Engineering*. – 2012. – Vol. 3, Issue 4. – P. 46 – 55.
- 7 **Квашук, В. П.** Механізми управління розподілом ресурсів у проектах розвитку складних соціально-економічних систем / **В. П. Квашук, Ю. П. Рак, В. В. Бондаренко** // *Управління розвитком складних систем*. – 2013. – № 15. – С. 25 – 29
- 8 **Колесникова, Е. В.** Фрактальная размерность как мера трансформации серийной проектной деятельности в операционную / **Е. В. Колесникова, И. И. Становская** // *Праці Одеськ. політехн. ун-ту: наук. та наук.-виробн. зб.* – 2013. – Вип. 2(41). – С. 282 – 288
- 9 **Савельева, О. С.** Управление рисками трансформации серийных проектов в операционную деятельность / **О. С. Савельева, И. И. Становская, И. Н. Щедров** // *Технологический аудит и резервы производства*. – 2015. – № 2/3(22). – С. 12 – 17
- 10 Основные задачи, модели и методы технологии когнитивного моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studme.org/1186112625057/menedzhment/osnovnye_zadachi_modeli_metody_tehnologii_i_kognitivnogo_modelirovaniya. – 3.06.2015.

Bibliography (transliterated)

- 1 **Aubert, B. A.** A framework for information technology outsourcing risk management. *The Data Base for Advances in Information Systems*, 2006, **13**(2), 122 – 127.
- 2 EIA-649-B. Configuration Management Standard. *TechAmerica*, 2011.
- 3 **Akhlagh, E.** A rough-set based approach to design an expert system for personnel selection. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2011, **54**, 202 – 205.
- 4 **Sadiq, R., Kleiner, Y., Rajani, B. B.** Fuzzy cognitive maps for decision support to maintain water quality in ageing water mains. *4th International Conference on Decision-Making in Urban and Civil Engineering*, Porto, 2004, 1 – 10.
- 5 **Atkinson, R.** Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International journal of project management*, 2000, **17**(6), 337 – 342.
- 6 **Nasir, R., Siffat U. K.** Offshore country selection risk management model: Systematic literature Review Protocol. *Journal of Computer Engineering*, 2012, **3**(4), 46 – 55.
- 7 **Kvashuk, V. P., Rak, Yu. P., Bondarenko, V. V.** Mehanizmy upravlinnya rozpodilom resursiv u proektah

- rozvitku skladnih sotsialno-ekonomichnyh system. *Upravlinnya rozvitkom skladnih system*, 2013, **15**, 25 – 29
- 8 **Kolesnikova, E. V., Stanovskaya, I. I.** Fraktalnaya razmernost kak mera transformatsii seriyonoy proektnoy deyatel'nosti v operatsionnuyu. *Pratsi Odesk. politehn. un-tu: nauk. ta nauk.-virobn. zb.*, 2013, **2(41)**, 282 – 288
- 9 **Saveleva, O. S., Stanovskaya, I. I., Schedrov, I. N.** Upravlenie riskami transformatsii seriyoniyh proektov v operatsionnuyu deyatel'nost. *Tehnologicheskii audit i rezervyi proizvodstva*, 2015, **2/3(22)**, 12 – 17
- 10 *Osnovnyie zadachi, modeli i metodyi tehnologii kognitivnogo modelirovaniya* – Available: http://studme.org/1186112625057/menedzhment/osnovnyie_zadachi_modeli_metody_tehnologii_kognitivnogo_modelirovaniya, 2015.

Відомості про авторів (About authors)

Савельєва Оксана Стенанівна – доктор технічних наук, доцент, Одеський національний політехнічний університет, професор кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування; м. Одеса, Україна; e-mail: okssave@gmail.com.

Saveleva Oksana – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of Oil, Gas and Chemical Mechanical Engineering Department, Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine; okssave@gmail.com.

Становська Іраїда Іванівна – кандидат технічних наук, Одеський національний політехнічний університет, доцент кафедри вищої математики та моделювання систем; м. Одеса, Україна; e-mail: dashasweet2007@gmail.com.

Stanovska Iraida – Candidate of Technical Sciences, Docent of Mathematics and Modeling Systems Department, Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine; dashasweet2007@gmail.com.

Торопенко Алла Володимирівна – кандидат технічних наук, Одеський національний політехнічний університет, доцент кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування; м. Одеса, Україна; e-mail: alla.androsyk@gmail.com.

Toropenko Alla – Candidate of Technical Sciences, Docent of Oil, Gas and Chemical Mechanical Engineering Department, Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine; alla.androsyk@gmail.com.

Березовська Катерина Ігорівна – аспірант, Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування; м. Одеса, Україна; e-mail: beresovska@gmail.com.

Beresovska Kateryna – Graduate Student of Oil, Gas and Chemical Mechanical Engineering Department, Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine; beresovska@gmail.com.

Хеблов Ісмаїл – аспірант, Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування; м. Одеса, Україна; e-mail: heblov@gmail.com.

Heblov Ismail – Graduate Student of Oil, Gas and Chemical Mechanical Engineering Department, Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine; heblov@gmail.com.

Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Савельєва, О. С. Разработка термодинамических когнитивных моделей проектной деятельности / **О. С. Савельєва, И. И. Становская, А. В. Торопенко, Е. И. Березовская, И. Хеблов** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 62 (1171). – С. 89-93. – ISSN 2079-5459.

Please cite this article as:

Saveleva, O., Stanovska, I., Toropenko, A., Beresovska, K., Heblov, I. Development of thermodynamics cognitive model of project activities. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2015, **62** (1171), 89 - 93, ISSN 2079-5459.

Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Савельєва, О. С. Розробка термодинамічних когнітивних моделей проектної діяльності / **О. С. Савельєва, І. І. Становська, А. В. Торопенко, К. І. Березовська, І. Хеблов** // *Вестник НТУ «ХПІ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 62 (1171). – С. 89 - 93. – ISSN 2079-5459

АННОТАЦИЯ Рассмотрено применение термодинамических зависимостей для поддержки принятия решений в проектной деятельности. Для этого проанализированы множество элементов проектной деятельности, выделено термодинамические аналоги переноса и их параметры и критерии, осуществлено адаптации множества потенциалов и потоков к моделированию по типу термодинамических функций и критериев, предложено термодинамические когнитивные модели переноса материально-финансовых ресурсов между элементами проектной деятельности на основе аналитических критериальных уравнений теплофизических процессов.

Ключевые слова: управление проектами, термодинамические когнитивные модели, проектная деятельность

Поступила (received) 14.12.2015