

# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

УДК 658.012.32

Ю. Г. Лега, *д.т.н., професор*,  
Т. О. Прокопенко, *к.т.н., доцент*,  
Ю. І. Урецька, *аспірант*

Черкаський державний технологічний університет,  
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна  
[tatianaalexandr@yandex.ru](mailto:tatianaalexandr@yandex.ru)

## УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ В КЛАСІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

*В статті розглядаються основні питання аналізу проекту як організаційно-технічної (технологічної) системи. Досліджені поняття проекту, його властивості, модель проекту і поняття, властивості, модель організаційно-технічної (технологічної) системи. Отримані висновки дають можливість розглядати проект в класі організаційно-технічних (технологічних) систем, що дозволить застосовувати в управлінні проектом сучасні комбіновані методи і технології.*

**Ключові слова:** проект, управління проектом, організаційно-технічна (технологічна) система.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** Серед завдань управління сучасними виробничими процесами та економічними системами є впровадження автоматизованого управління новими типами систем – організаційно-технічними (технологічними). Новий клас організаційно-технічних (технологічних) систем (ОТС) має гібридний характер і властивості як організаційних, так і технічних систем. А наявність людини в процесі управління не дозволяє використовувати традиційні формалізовані методи управління. Тому поряд з позитивним аспектом наявності цього фактора, пов'язаного з властивостями адаптивності, толерантності до зміни структури, властивостей системи та інших факторів, з суб'єктивною оптимізацією рішень, що приймаються, існує ряд негативних моментів. До них необхідно віднести: нездатність до переробки великого обсягу інформації, зниження надійності внаслідок стомлення, можливу недостатню кваліфікацію, запізнення в прийнятті управлінських рішень і т.д.

Характерною рисою сучасних проектів є їх надзвичайна складність. Рівень складності визначається не тільки великою кількістю взаємозалежних елементів, але й високим ступенем взаємозалежності їхніх характеристик, емерджентними властивостями, різноманітністю функцій, різноманітним впливом реакцій системи на зовнішні впливи і т.д.

Розробка стратегії управління проектом як складною організаційно-технічною (технологічною) системою неможлива без застосування сучасних інформаційних технологій, що надасть можливість забезпечення гнучкості, мобільності, універсалізації, швидкості й адекватності прийняття рішень у кризових ситуаціях.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблему дослідження проекту як організаційно-технічної системи розглянуто в наукових працях П. А. Тесленко [1], В. Н. Буркова [2], Д. А. Новікова [3] та інших вчених. В [1] основна увага приділена дослідженню сутності технічної та організаційної складової проекту як організаційно-технічної системи. Роботи [2] і [3] досліджують в основному методи управління проектом як організаційною системою.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Організаційно-технічні системи в різних предметних областях являють собою сукупність узгоджено функціонуючих підсистем, що мають достатній ступінь автономності, та вступають у взаємодію між собою та зовнішнім середовищем. Першочерговою вимогою до управління проектом є забезпечення гнучкості управління, мобільності, універсалізації при досягненні поставлених цілей, швидкості і адекватності прийняття рішень у кризових ситуаціях. Тому постає задача дослідження проекту як організаційно-технічної (технологічної) системи.

**Метою роботи** є дослідження та аналіз проекту як організаційно-технічної системи.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** В умовах складності та невизначеності виникає необхідність використання сучасних методів управління складними об'єктами, серед яких особливе місце належить класу організаційно-технічних (технологічних) систем (ОТС).

ОТС – це складна полісистема, що об'єднує в собі властивості як технічних, так і організаційних систем, а також характеризується наявністю людини в системі управління, тобто особи, що приймає рішення.

Головна особливість організаційно-технічних систем полягає в тому, що це – система, яка складається з підсистем різного роду та характеру, і тому вона не може аналізуватися й описуватися за зразками аналізу й опису виробничої діяльності: вона має особливу внутрішню будову та особливу організацію, що не схожа на будову й організацію виробничої системи. ОТС може містити в собі будь-яку кількість підсистем – як організаційних, так і технічних, – головне, щоб у ній у тому чи іншому вигляді зберігалася організаційно-технічне відношення, і на його основі ОТС могла будуватися ієрархічно.

Для організаційно-технічних систем, враховуючи принципи системного аналізу [4], характерні такі властивості:

1) цілісність, єдність, що означає наявність взаємозв'язків і взаємодій елементів системи, які забезпечують реалізацію цільової функції системи;

2) емерджентність, тобто властивість систем, яка обумовлює появу нових властивостей і якостей, не властивих будь-яким елементам, що входять до складу системи;

3) організованість – складна властивість систем, яка полягає у наявності структури та функціонування (поведінки);

4) функціональність – це прояв певних властивостей (функцій) при взаємодії із зовнішнім середовищем. Також визначається мета (призначення системи) як бажаний кінцевий результат;

5) структурність – впорядкованість системи, певний набір і розташування елементів зі зв'язками між ними;

6) наявність поведінки – дії, змін, функціонування і т.д. Вважається, що саме поведінка системи пов'язана з навколишнім середовищем, тобто з іншими системами, з якими система вступає в певні взаємовідносини;

7) фундаментальною властивістю систем є стійкість, тобто здатність системи протистояти зовнішнім збуренням та впливам. Від неї залежить тривалість життя системи;

8) надійність – властивість збереження структури системи;

9) адаптованість – властивість змінювати поведінку або структуру з метою збереження, поліпшення або набуття нових якостей в умовах зміни зовнішнього середовища. Обов'язковою умовою можливості адаптації є наявність зворотних зв'язків.

Цілісність і емерджентність – інтегративні властивості системи. Наявність інтегративних властивостей є однією з найважливіших рис організаційно-технічної системи. Цілісність виявляється в тому, що система володіє власною закономірністю функціональності, власною метою.

Найбільш важливими характеристиками ОТС, які необхідно також враховувати, є багатомірність, складність та змінність структури, наявність і зміна багатьох цілей, недетермінованість, активність та ряд інших [5].

Таким чином, будь-яка система характеризується складом, структурою та функціями. Виходячи з цього, модель організаційно-технічної системи задається таким:

– складом ОТС (тобто організаційною і технічною (технологічною) підсистемами, які, в свою чергу, розкладаються на елементи);

– структурою ОТС (сукупністю інформаційних, управляючих, технологічних та інших зв'язків між учасниками і елементами ОТС);

– множиною допустимих стратегій (обмежень та норм діяльності) учасників ОТС, що відображають, в тому числі, інституційні, технологічні та інші обмеження і норми їх спільної діяльності;

– перевагами учасників і елементів ОТС;

– інформованістю – інформацією про існуючі параметри, якою володіють учасники ОТС на момент прийняття рішень про стратегії, що вибираються;

– порядком функціонування (послідовністю отримання інформації та вибору стратегій учасниками ОТС).

Склад визначає елементи системи, структура – їх взаємодію, допустимі множини – можливість елементів, цільові функції – прагнення елементів, інформованість – наявність інформації.

З точки зору методології управління проектами [6], проект розглядається як одноразова сукупність дій і задач, що характеризується такими ознаками:

1. Чіткі цілі, які повинні бути досягнуті з одночасним виконанням ряду технічних, економічних та інших вимог.

2. Внутрішні і зовнішні взаємозв'язки операцій, задач і ресурсів, які потребують чіткої координації в процесі виконання проекту.

3. Певні строки початку і кінця проекту.

4. Обмежені ресурси.

5. Певний ступінь унікальності цілей проекту, умов реалізації.

6. Неминучість різних конфліктів.

Проекту притаманні такі властивості:

– складність ієрархічної структури. В проекті одночасно функціонують кілька різних ієрархічних структур, взаємодія між якими зазвичай не зводиться до простих відносин ієрархічного підпорядкування;

– вплив на проект знаходиться у взаємодії об'єктивних і суб'єктивних факторів;

– динамічність процесів, що мають стохастичний характер;

– цілісність (емержентність) проекту полягає в наявності таких властивостей, які не притаманні елементам системи (підсистем), розглянутим окремо, поза системою;

– складні інформаційні процеси, зумовлені численними взаємозв'язками між елементами системи;

– множинність цілей, які можуть не збігатися з цілями окремих елементів (підсистем) (відомий приклад – високі витрати на утримання управлінського апарату приводять до необхідності його скорочення, але, з другого боку, малочисельний управлінський апарат не забезпечує ефективного управління проектом, що веде до фінансових втрат);

– багатофункціональність елементів проекту (наприклад, функція управління проектом включає в себе функції: планування, облік, контроль, аналіз, оперативне регулювання).

Зазначені властивості проекту дають можливість розглядати проект як систему, а наявність організаційної складової, з одного боку, і технічної (технологічної), – з другого, – віднести проект саме до класу організаційно-технічних систем.

Виходячи з визначення та властивостей, модель проекту задається таким чином:

– складом проекту, тобто маємо, з одного боку, учасників проекту, що представляють

організаційну складову проекту, а з другого – елементи ТС;

– структурою проекту: в проекті маємо структури робіт, організаційну структуру, структуру цілей;

– множина допустимих стратегій для проекту визначається цілями проекту, строками виконання робіт, розподілом ресурсів у проекті тощо;

– переваги учасників проекту задаються шляхом відображення взаємовідносин між учасниками проекту та взаємозв'язку учасників проекту з іншими елементами проекту;

– інформованість відносно проекту характеризується шляхом збору, обробки та аналізу інформації. Основна функція будь-якої системи управління – отримання інформації і визначення на її основі стратегії розвитку системи;

– порядок функціонування проекту характеризується здатністю до підпорядкування цілеспрямованим впливам, що забезпечує стійкість функціонування, збереження або набуття тих чи інших якісних особливостей, виконання заданої програми дій і т.д.

Управління проектами являє собою визначення, встановлення, регулювання і розвиток зв'язків між елементами проекту, що забезпечують досягнення поставлених перед проектом цілей.

Функціями управління проектом є: планування, контроль, аналіз, прийняття рішень, бюджетування, організація здійснення проекту, моніторинг, оцінювання, звітність, експертиза, перевірка та приймання, бухгалтерський і управлінський облік, адміністрування. Управління здійснюється на всіх стадіях проектного циклу.

До підсистем управління проектами належать згідно з [6]:

– управління змістом та обсягами робіт (Scope Management);

– управління вартістю (Cost Management);

– управління якістю (Quality Management);

– управління закупівлями і поставками (Procurement and Supply Management);

– управління ресурсами (Resource Management);

– управління персоналом (HRM);

– управління змінами (Change Management);

– управління ризиками (Risk Management);

–управління запасами (Inventory Management);

–інтеграційне управління (Integration Management);

–управління інформацією та комунікаціями (Information and Communication Management).

Таким чином, як властивості проекту, так і модель проекту дають підстави для того, щоб розглядати проект як організаційно-технічну систему. А це, в свою чергу, надасть можливості застосування сучасних методів управління, в тому числі інтелектуальних, що особливо важливо в динамічних умовах розвитку економіки.

До того ж, враховуючи складність проекту для отримання необхідного рівня управління проектом як складною ОТС, доцільною є можливість застосувати закон необхідної різноманітності Ешбі [7], який ґрунтується на математичній теорії зв'язку Шеннона.

Закон необхідної різноманітності стверджує, що для управління системою керуючий орган повинен бути здатним до сприйняття принаймні тієї ж кількості різних сигналів, яка може з'явитися на виході керованої ним системи. У будь-якій ситуації, учасниками якої є керуючий орган і керована ним система, керуючий орган має у своїй пам'яті набір можливих дій, що відповідають на дії системи. Складність системи може бути оцінена за кількістю  $j$  різних станів, в яких вона може перебувати. Про складність можна судити за кількістю комбінацій змінних (або властивостей), що визначають процес.

Таким чином, якщо процес залежить від значення єдиної змінної, складність визначається лише кількістю значень, прийнятих цією змінною. У міру збільшення кількості змінних – параметрів системи – зростає і складність самої системи. Управління в тому сенсі, в якому цей термін використовується, припускає наявність можливості врахувати все розмаїття станів системи. Кінцева мета при цьому полягає у виборі відповідного набору параметрів системи для її кількісного опису. Керуючий орган повинен підібрати належну реакцію на кожний сигнал, що отриманий ним від системи.

Для досягнення можливості повного управління системою керуючий орган повинен володіти трьома якостями:

1) мати стільки ж різних можливих дій, як у керованій системі (альтернативою є більш висока швидкодія органу порівняно з керованою системою);

2) мати абсолютно точний набір прийнятних можливих дій, що є підмножиною множини всіх можливих відповідей на дії системи (найкращий у певному сенсі набір відповідей);

3) мати можливість виробляти відповідні дії зі швидкістю, не нижчою швидкості роботи керованої системи.

Враховуючи, що проект – складна організаційно-технічна система, в ході управління проектом доцільним є застосування цих принципів.

Управління проектом у класі організаційно-технічних систем матиме ряд таких переваг:

1) застосування принципово нових методів і підходів, у тому числі інтелектуальних, до стратегічного управління в умовах невизначеності та ризиків;

2) застосування нових методів аналізу, зберігання та надання різноманітної проектно-технологічної та організаційно-управлінської інформації, що відповідає складності зовнішнього та внутрішнього середовищ;

3) застосування принципово нових моделей прийняття рішень по формуванню оптимального інформаційного образу стратегічних рішень;

4) застосування принципово нових моделей функціонування та раціонального розподілу інвестиційних потоків у процесі реалізації стратегічних рішень;

5) застосування нових інформаційних технологій, у тому числі інтелектуальних, що дають змогу вирішення задач ідентифікації, прогнозування, оптимізації та управління складними об'єктами.

Управління проектом у класі ОТС дозволяє забезпечити подання процесів управління з необхідним ступенем деталізації, що дозволить враховувати ряд додаткових (якісних) характеристик і в умовах неповної й неточної вихідної інформації формувати раціональні рішення. Крім того, такий підхід дає можливість для управління проектом в умовах невизначеності відображати зовнішнє середовище повною мірою, приймати рішення, що змінюють середовище, оцінювати результати дій і використовувати різні варіанти реалізації проекту для досягнення поставлених цілей.

**Висновки.** Досліджені поняття проекту, властивості проекту, модель проекту дають змогу віднести проект до класу організаційно-технічних (технологічних) систем, які на сьогоднішній день є новим типом систем. Управління проектом у класі ОТС дозволить застосувати сучасні комбіновані методи управ-

ління, що поєднують у собі регулярні формалізовані методи управління технічними системами та евристичні способи, які характерні для організаційних систем. А це дозволить підвищити ефективність управління проектом в умовах обмеження ресурсів, бюджету та часу.

### Список літератури

1. Тесленко П. А. Проект как управляемая организационно-техническая система / П. А. Тесленко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: зб. наук. праць. – Харків : НТУ «ХПІ», 2010. – № 57. – С. 198–202.
2. Бурков В. Н. Теория графов в управлении организационными системами / Бурков В. Н., Заложнев А. Ю., Новиков Д. А. – М. : Синтег, 2001. – 124 с.
3. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами / Д. А. Новиков. – М. : МПСИ, 2005. – 584 с.
4. Моисеев Н. Н. Математические методы системного анализа / Н. Н. Моисеев. – М. : Наука, 1981. – 488 с.
5. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / [под ред. А. А. Большакова]. – М. : Горячая линия-Телеком, 2006. – 160 с.

6. APM body of knowledge (2006): 5<sup>th</sup> ed. UK: Association for project management, 421 p.
7. Росс Эшби У. Введение в кибернетику / Эшби У. Росс. – М. : ИЛ, 1959. – 432 с.

### References

1. Teslenko, P. A. (2010) Project as a managed organizational and technical system. *Visnyk Natsionalnogo tehnichnogo universitetu "KhPI": Collection of scientific works*. Kharkiv: NTU "KhPI", (57), pp. 198-202 [in Russian].
2. Burkov, V. N., Zalozhnev, A. Yu. and Novikov, D. A. (2001) Graph theory in managing organizational systems. Moscow: Sinteg, 124 p. [in Russian].
3. Novikov, D. A. (2005) The theory of organizational systems management. Moscow: SAG, 584 p. [in Russian].
4. Moiseev, N. N. (1981) Mathematical methods of systems analysis. Moscow: Nauka, 488 p. [in Russian].
5. Intellect systems of management by organizing-technical systems (2006). In: A. A. Bolshakov (Ed.). Moscow: Goryachaya liniya-Telekom, 160 p. [in Russian].
6. APM body of knowledge (2006): 5<sup>th</sup> ed. UK: Association for project management, 421 p.
7. Ross, Ashby W. (1959) Introduction to cybernetics. Moscow: IL, 432 p. [in Russian].

*Стаття надійшла до редакції 17.01.2014.*

**Yu. G. Lega**, *Dr. Tech. Sc., professor*,  
**T. A. Prokopenko**, *Ph.D., associate professor*,  
**Yu. I. Ureckaya**, *postgraduate*  
Cherkasy State Technological University  
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine  
[tatianaalexandr@yandex.ru](mailto:tatianaalexandr@yandex.ru)

## PROJECT MANAGEMENT IN THE CLASS OF TECHNICAL AND ORGANIZATION SYSTEMS

*In the article main problems of project management in the class of technical (technological) and organization systems (TOS) are considered. The main objective of the study is to analyze the project as a TOS. This system in a variety of subject areas is a set of subsystems operating in cooperation with a sufficient degree of autonomy and interacting with each other and their environment. This article researches the concept of the project, properties, the model of the project and the concept, properties, the model of TOS. The presented method allows to take into account the nature of the action, elements of the system and environment, the uncertainty of the system, difficult decision-formalized system management tasks and conditions of environmental uncertainty. Project management in the class of TOS allows to provide management processes with the necessary level of detail, which will take into account a number of additional (qualitative) characteristics and in the conditions of incomplete and inaccurate initial information to form rational decisions. The findings provide an opportunity to consider the project in the class of TOS that will be used in project management combined modern techniques and technologies.*

**Key words:** project, project management, technical (technological) and organization system.