

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Книрик Наталя Ромуальдівна

УДК 005.8:519.876.5

**УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЕКТІВ
АУТСОРСИНГОВОЇ ІТ-КОМПАНІЇ НА ОСНОВІ
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Спеціальність 05.13.22 – управління проектами та програмами

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Миколаїв – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова Міністерства освіти і науки України, м. Миколаїв.

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК – доктор технічних наук, професор **Кошкін Костянтин Вікторович**, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова Міністерства освіти і науки України, директор Навчально-наукового інституту комп'ютерних та інженерно-технологічних наук, завідувач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій (м. Миколаїв).

ОФІЦІЙНІ ОПОНЕНТИ:

доктор технічних наук, професор **Фісун Микола Тихонович**, Чорноморський національний університет імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри інтелектуальних систем (м. Миколаїв);

кандидат технічних наук **Гайдабрус Богдан Володимирович**, Сумський державний університет Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри комп'ютерних наук (м. Суми).

Захист відбудеться _____ 2016 р. о _____ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д38.060.01 у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова за адресою: пр. Героїв Сталінграду (пр. Героїв України), 9, м. Миколаїв, 54025, ауд. 360.

З дисертацією можна ознайомитись в Науково-технічній бібліотеці Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова за адресою: пр. Героїв Сталінграду (пр. Героїв України), 9, м. Миколаїв, 54025.

Автореферат розісланий _____ 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор технічних наук, професор



А. П. Шевцов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Світовий ринок ІТ-аутсорсингу, незважаючи на непросту економічну ситуацію, продовжує своє зростання. Його динаміка обумовлена активним розвитком технологій і зростаючим попитом. За даними дослідницької компанії Gartner, в найближчі роки витрати на ІТ-аутсорсинг будуть збільшуватися. Це обумовлено зростанням затребуваності ІТ-послуг, яке пов'язано з різноманіттям і складністю використовуваних корпоративних ІТ-систем, що вимагають великих витрат на установку, інтеграцію, навчання і обслуговування.

У 2014 році Україна увійшла в період затяжної економічної рецесії, яка багаторазово відбилася на ринку ІТ. Консалтингова компанія Kreston GCG проаналізувала світовий ринок ІТ-аутсорсингу і порівняла, як розвивається ця сфера в Україні та інших країнах. Україна в 2014 році опустилася з 38 на 41 місце в рейтингу привабливості, а перші місця зайняли Індія, Китай і Малайзія. За конкурентоспроможністю в сфері ІТ наша країна зайняла 51 місце. Ситуація, що склалася, показує необхідність переходу учасників ринку до раціональних, якісних рішень в управлінні ІТ-проектами, які спрямовані на оптимізацію витрат, економію фінансових і трудових ресурсів, а також мінімізацію ризиків. Аутсорсингові ІТ-компанії одночасно реалізують кілька проектів, часто починаючи виконання нових без урахування обмеженості ресурсів. В результаті встановлюється багатозадачність завантаження виконавців, що призводить до збільшення тривалості проектів. Робота над проектами при такому підході супроводжується постійно виникаючими кризовими ситуаціями, які вимагають прийняття своєчасних і ефективних управлінських рішень. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки моделей управління портфелем проектів ІТ-компаній.

Результати досліджень щодо вирішення окремих аспектів цього завдання відображені в роботах Р. Арчібальда, В. М. Буркова, С. Д. Бушуєва, В. І. Воропаєва, І. І. Коваленка, І. В. Кононенко, К. В. Кошкіна, Д. О. Новикова, В. А. Рача, Х. Танаки, Дж. Тернера, С. К. Чернова, І. В. Чумаченка та ін.

Однак, значна частина питань управління портфелем проектів досі залишаються невирішеними.

Аутсорсингові компанії, що займаються розробкою і впровадженням ІТ-проектів, є організаційними системами, оскільки являють собою об'єднання людей, які спільно реалізують деяку мету і діють на основі певних процедур і правил. Ефективне управління портфелем проектів організаційних систем вимагає постійного моніторингу і прогнозування на його основі можливих сценаріїв розвитку подій в залежності від зміни факторів. Найбільшою складністю при цьому є визначення конфігурації системи для досягнення необхідних цільових станів. Низька ефективність застосування аналітичних моделей для вирішення цього завдання обумовлює необхідність застосування методів імітаційного моделювання, що робить дану роботу актуальною в теоретичному і практичному аспектах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. У дисертації узагальнені результати досліджень автора, які виконані у відповідності до наукових досліджень НУК, де автор був виконавцем, за темами: 2012–2013 рр. – «Моделі,

механізми та інструментальні засоби інноваційного розвитку та підвищення конкурентоспроможності функціонування українських наукомістких підприємств в умовах обмеженості ресурсів», прикладне дослідження, № ДР 0112U000352; 2015–2016 рр. – «Розвиток проектів та програм інтеграції української технічної освіти у світовий освітній процес», прикладне дослідження, № ДР 0115U000301.

Мета і задачі дослідження полягають у підвищенні ефективності управління діяльністю аутсорсингової ІТ-компанії на основі розробки імітаційних моделей її портфеля проектів, а також удосконалення методів їх дослідження та прийняття рішень.

Для досягнення цієї мети в роботі розв’язані наступні задачі:

- досліджено особливості ІТ-проектів, сучасні методології управління ІТ-проектами та портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії;
- визначено основні чинники та фактори, що впливають на успішність ІТ-проектів та ефективність процесів управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії;
- розроблено імітаційну модель портфеля проектів аутсорсингової ІТ-компанії;
- розроблено імітаційні моделі ІТ-проекту;
- розроблено функціональні моделі застосування імітаційних рішень для управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії;
- розроблена інформаційна система підтримки прийняття рішень для управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії;
- проведено апробацію, впровадження та аналіз результатів дослідження.

Об’єктом дослідження є процеси управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії.

Предметом дослідження є моделі і методи імітаційного моделювання при управлінні портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань використані методи системного і структурного аналізу (вивчення предметної області досліджень і виявлення закономірностей), теорія систем, методи імітаційного і когнітивного моделювання, мережі Петрі (розробка імітаційних моделей, формалізація процесів взаємодії проекту з його оточенням), методи оптимізації та аналізу чутливості (дослідження впливу різних чинників на ефективність управлінських рішень в управлінні портфелем ІТ-проектів). Для оцінки і ранжирування альтернативних сценаріїв проектів використовувалися статистичні методи (Монте-Карло) і вербальний аналіз рішень.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше розроблено:

- модель портфелю проектів аутсорсингової ІТ-компанії, що на відміну від існуючих враховує вплив параметрів проектів на досягнення стратегічних цілей, що дає можливість підвищити ефективність діяльності компанії;
- імітаційну модель ІТ-проекту, яка, на відміну від існуючих, дозволяє інтегрувати представлення компонентів продукту і процесів, спрямованих на їх отримання, що дозволяє підвищити ефективність процесів планування та моніторингу проекту;

– імітаційну модель проекту ІТ-компанії на основі інтеграції принципів системної динаміки і когнітивного моделювання, яка дає можливість аналізувати різні сценарії прийняття проектних рішень, спрямованих на балансування значень ключових показників ІТ-проекту.

Удосконалено систему структурно-параметричних індикаторів процесів управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії, що дає можливість формувати раціональний портфель.

Набуло подальшого розвитку імітаційне моделювання ІТ-проектів на основі системно-динамічного подання стратегічних параметрів діяльності компанії, а також використання формалізму мереж Петрі, що дає можливість приймати обґрунтовані проектні рішення.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані наукові результати дозволили розробити:

– інформаційну систему підтримки прийняття рішень при управлінні портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії;

– програмне забезпечення для формування та дослідження імітаційних моделей ІТ-проектів та портфелю, що дозволяє підвищити ефективність прийняття управлінських рішень, скоротити час реалізації проектів на основі розробленої системи підтримки прийняття рішень.

Особистий внесок здобувача. Всі наукові результати, які виносяться на захист і наведені у дисертації, отримані здобувачем особисто. У публікаціях, які написані у співавторстві, особистий внесок автора наведений у переліку опублікованих праць за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні результати обговорювались на конференціях: IX–XI Міжнародних науково-практичних конференціях «Управління проектами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, 2013–2015 рр.); XI–XIII Міжнародних науково-практичних конференціях «Управління проектами в розвитку суспільства» (м. Київ, 2014–2016 рр.); IV–VII Міжнародних науково-практичних конференціях «Інтегроване стратегічне управління, управління проектами і програмами розвитку підприємств і територій» (м. Харків, 2013–2016 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Управління розвитком технологій» (м. Київ, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Комп'ютерні науки: освіта, наука, практика» (м. Миколаїв, 2014 г.); III–IV Міжнародних науково-практичних конференціях «Інформаційні управляючі системи та технології» (м. Одеса, 2014–2015 рр.); V–VI Міжнародних науково-практичних конференціях «Інновації в суднобудуванні та океанотехніка» (м. Миколаїв, 2014–2015 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Стан та удосконалення безпеки інформаційно-телекомунікаційних систем» (SITS'2014) (м. Миколаїв, 2014 р.); 1st International scientific-practical conference «Modern management: problems, hypotheses, researches» (Batumi, 2015).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 22 наукових праці. З них – 1 монографія (у співавторстві), 6 статей (1 без співавторів) у наукових виданнях, що входять до переліку фахових видань України, в том числі 1 занесена до наукометричної бази даних, 2 наукових праці у закордонних виданнях, 13 (1 без

співавторів) в інших наукових публікаціях та тезах доповідей науково-технічних конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, 4-х розділів, висновків, переліку використаних джерел та 2-х додатків. Обсяг роботи – 152 сторінки, 2 таблиці та 50 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовується актуальність обраної теми, визначаються об'єкт та предмет дослідження, сформульовані основні завдання дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі виконано огляд особливостей ІТ-проектів і їх життєвого циклу, який дозволяє зробити висновок, що велика кількість неуспішних проектів та проектів, які були завершені з перевитратою бюджету, запізненням за часом і/або з відсутністю важливих функціональних характеристик, обумовлено високим ступенем невизначеності при реалізації ІТ-проектів.

Проведено аналіз сучасних методологій управління ІТ-проектами та показано, що при управлінні портфелем проектів в аутсорсингових ІТ-компаніях приймаються рішення про те, які ІТ-проекти мають максимальну цінність для бізнесу і виникають задачі прогнозування наслідків комплексів взаємопов'язаних заходів, виражених у вигляді різних альтернативних сценаріїв.

Представлені результати аналізу світового досвіду вирішення завдань управління портфелями проектів, які показали, що на сьогоднішній день розроблені моделі, що дозволяють вирішувати окремі завдання управління портфелем проектів: формування оптимального портфеля проектів, дослідження ефективності розподілу ресурсів, усунення виникаючих конфліктів у використанні одного типу ресурсів в декількох проектах та ін.

Показано, що для вирішення задач ефективного управління, моніторингу, контролю та прогнозування, що виникають на різних етапах управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії (процеси вирівнювання, моніторингу та контролю), можуть бути використані інструменти і методи, запропоновані в стандарті управління портфелем проектів.

Висунуто гіпотезу, що в силу низької ефективності застосування аналітичних моделей інтеграцію механізмів управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії доцільно проводити на базі імітаційного моделювання (рис. 1).

У другому розділі розглянуті методи імітаційного моделювання і представлені моделі, які відображають структуру проектів та портфеля аутсорсингової ІТ-компанії. Проаналізовані особливості моделювання складних систем. Встановлено, що для узгодження дій учасників і зменшення невизначеності при управлінні портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії необхідна модель, яка відображає вплив вхідних і вихідних параметрів проектів один на одного і на організаційну систему в цілому.

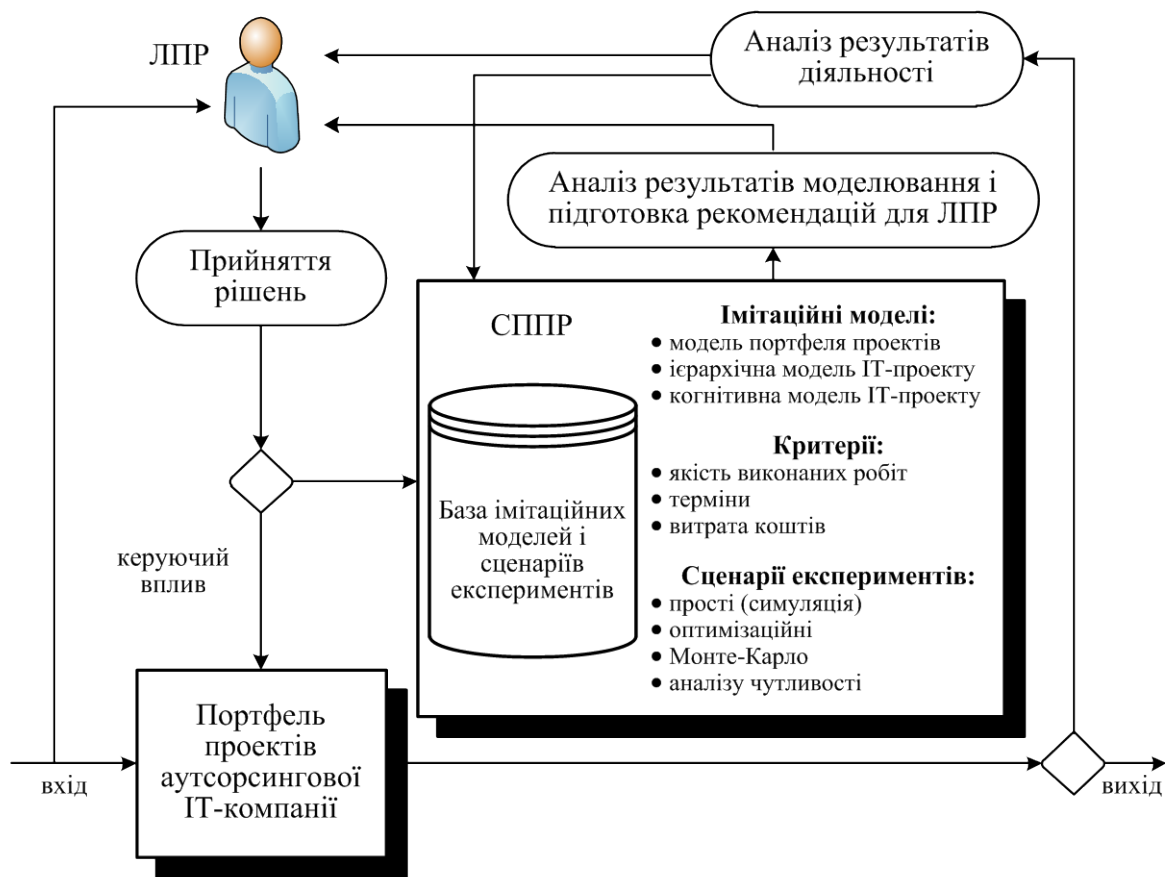


Рис. 1. Структурно-функціональна схема процесу прийняття рішень при управлінні портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії

Для ефективного аналізу проблемних ситуацій, які виникають в результаті специфіки реалізації ІТ-проектів, розроблена імітаційна модель проекту ІТ-компанії на основі інтеграції принципів системної динаміки і когнітивного моделювання (рис. 2).

Розглянемо процес розробки ІТ-проекту як динамічну систему з дискретним відображенням. Математична модель такої системи визначається вектором станів системи $x = (x_0, x_1, x_2, \dots, x_n)$, де $x_i = x(t_i)$ – стан системи в момент часу t_i , t_i – дискретний час, $i = 0, 1, 2, \dots, n$; а також оператором еволюції Φ , який задає відповідність між станом системи x_i та її станом x_{i+1} . x_i – точка фазового простору, координатами якої є значення параметрів системи в момент часу t_i . Початковий стан системи $x_0 = x(t_0)$. Зміна стану системи описується співвідношенням $x_{i+1} = \Phi(x_i)$.

Введемо наступні позначення для змінних моделі:

СТ (компетентність_виконавців_цільова) – необхідна компетентність виконавців, що беруть участь в проекті (оцінюється в діапазоні $[0..10]$), бали;

FT (функціональність_цільова) – % функціональних можливостей, які повинні бути розроблені в проекті, %;

СХТ (складність_цільова) – цільове значення складності проекту (оцінюється в діапазоні $[0..10]$), бали;

С (компетентність_виконавців) – компетентність виконавців, що беруть участь в проекті (оцінюється в діапазоні $[0..10]$), бали;

F (функціональність) – % функціональних можливостей, які розроблені в проекті, %;

CX (складність) – значення складності проекту (оцінюється в діапазоні $[0..10]$), бали;

R (ризик) – нормоване математичне очікування ризику (оцінюється в діапазоні $[0..100]$), бали;

T (середня_годинна_ставка) – середньогодинна ставка команди проекту, у.о./год.;

HR (трудоу витрати) – загальна кількість годин на розробку ІТ-проекту, год.;

CS (витрати) – витрати на розробку ІТ-проекту, у.о.

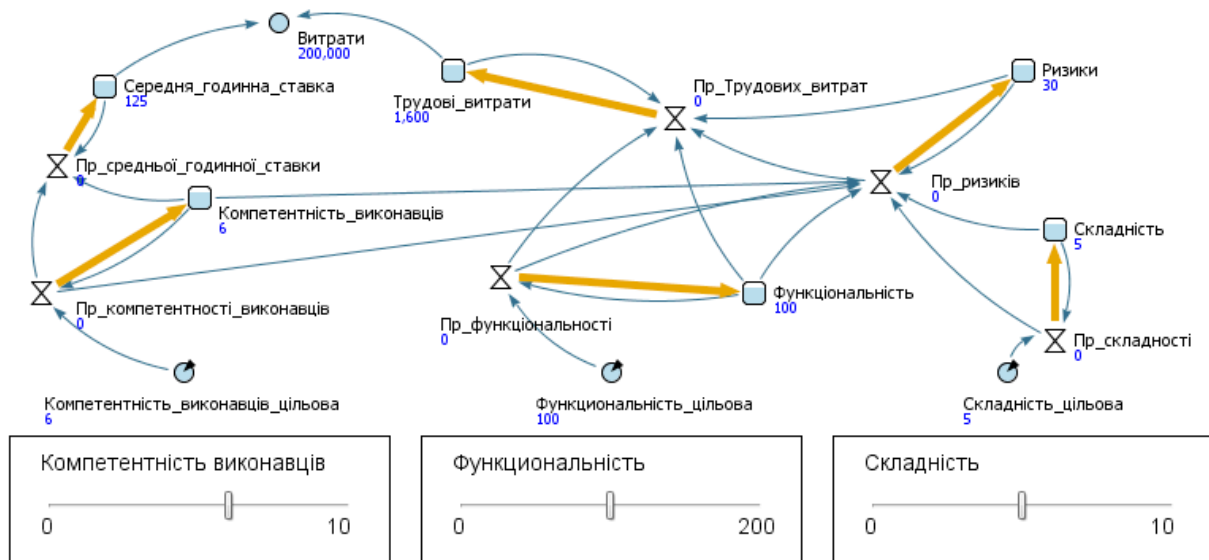


Рис. 2. Імітаційна модель ІТ-проекту

Змінні, які відносяться до «когнітивної» частини моделі, задаються як накопичувачі, що дозволяє синхронізувати темпи їх зміни.

Для проведення сценарного аналізу, для вхідних змінних C , F , CX визначаються параметри – CT , FT , CXT , що задають їх цільові (необхідні) значення. Змінюючи ці параметри в режимі простого експерименту, можна аналізувати наслідки можливих проектних рішень.

Початковий стан системи, яка моделюється:

$$x_0 = (C_0, F_0, CX_0, CT_0, FT_0, CXT_0, R_0, T_0, HR_0, CS_0).$$

Математична модель являє собою систему рівнянь:

$$\begin{cases} C_{i+1} = CT_i; & F_{i+1} = FT_i; & CX_{i+1} = CXT_i \\ R_{i+1} = \varphi_1(C_i, C_{i+1}, F_i, F_{i+1}, CX_i, CX_{i+1}, R_i) \\ T_{i+1} = \varphi_2(C_i, C_{i+1}, T_i) \\ HR_{i+1} = \varphi_3(F_i, F_{i+1}, R_i, R_{i+1}, HR_i) \\ CS_{i+1} = \varphi_4(T_{i+1}, HR_{i+1}) \end{cases}$$

Запропонована модель дозволяє проводити експерименти, які реалізують різні сценарії прийняття проектних рішень, спрямованих на балансування значень ключових показників ІТ-проекту.

Ефективним засобом моделювання дискретних систем з паралельними і асинхронними процесами є мережі Петрі. На рис. 3 представлена ієрархічна стохастична тимчасова мережа Петрі, що моделює процес розробки веб-сервісу.

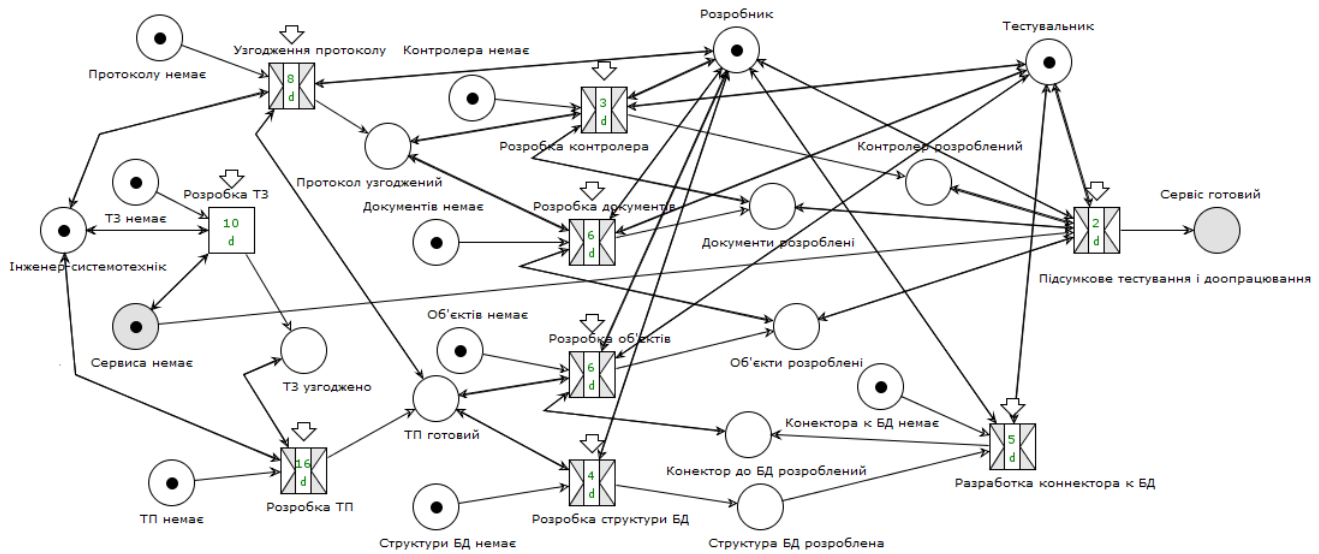


Рис. 3. Мережа Петрі першого рівня декомпозиції

Мережа Петрі є двочастковий орієнтований мультиграф. Множина вершин – це об'єднання двох непересічних підмножин: позиції і переходи. В ієрархічній мережі елемент множини переходів може являти собою самостійну мережу Петрі.

Ієрархічна стохастична часова мережа Петрі k -го рангу:

$$C^{(k)} = (P^{(k)}, T^{(k)}, W^{(k)}, L^{(k)}, M^{(k)}, D^{(k)}, \mu_0^{(k)}),$$

де $P^{(k)} = \{p_1^{(k)}, p_2^{(k)}, \dots, p_n^{(k)}\}, n \geq 0$ – скінченна множина позицій;

$T^{(k)} = \{t_1^{(k)}, t_2^{(k)}, \dots, t_m^{(k)}\}, m \geq 0$ – скінченна множина переходів, таких, що $P^{(k)} \cap T^{(k)} = \emptyset$;

$W^{(k)} \subseteq (P^{(k)} \times T^{(k)}) \cup (T^{(k)} \times P^{(k)})$ – скінченна множина дуг;

$L^{(k)} : W^{(k)} \rightarrow N$ – кратність дуг;

$M^{(k)} = \{m^{(k)} \mid m^{(k)} \in [0,1]\}$ – множина значень, які задають ймовірність запуску;

$D^{(k)} : T^{(k)} \rightarrow N$ – тривалість спрацьовування переходів;

$\mu_0^{(k)}$ – вектор початкового маркування.

Будь-який елемент множини переходів $T^{(k)} = \{t_1^{(k)}, t_2^{(k)}, \dots, t_m^{(k)}\}, m \geq 0$ може являти собою самостійну мережу Петрі:

$$t_i^{(k)} = C^{(k+1)}, \forall i, i = 1, 2, \dots, n, C^{(k+1)} = (P^{(k+1)}, T^{(k+1)}, W^{(k+1)}, L^{(k+1)}, M^{(k+1)}, D^{(k+1)}, \mu_0^{(k+1)}).$$

Запропонована модель з використанням математичного апарату мереж Петрі дозволяє здійснювати планування і моніторинг станів продукту проекту.

Для ілюстрації взаємного впливу параметрів портфеля проектів аутсорсингової ІТ-компанії і параметрів проектів за допомогою інструментальної системи AnyLogic розроблена імітаційна модель портфеля проектів (рис. 4).

Основа моделі – динамічні зв'язки між параметрами, на які може вплинути компанія внаслідок реалізації одного або декількох проектів, і результуючими показниками (прибуток, рентабельність і т. д.).

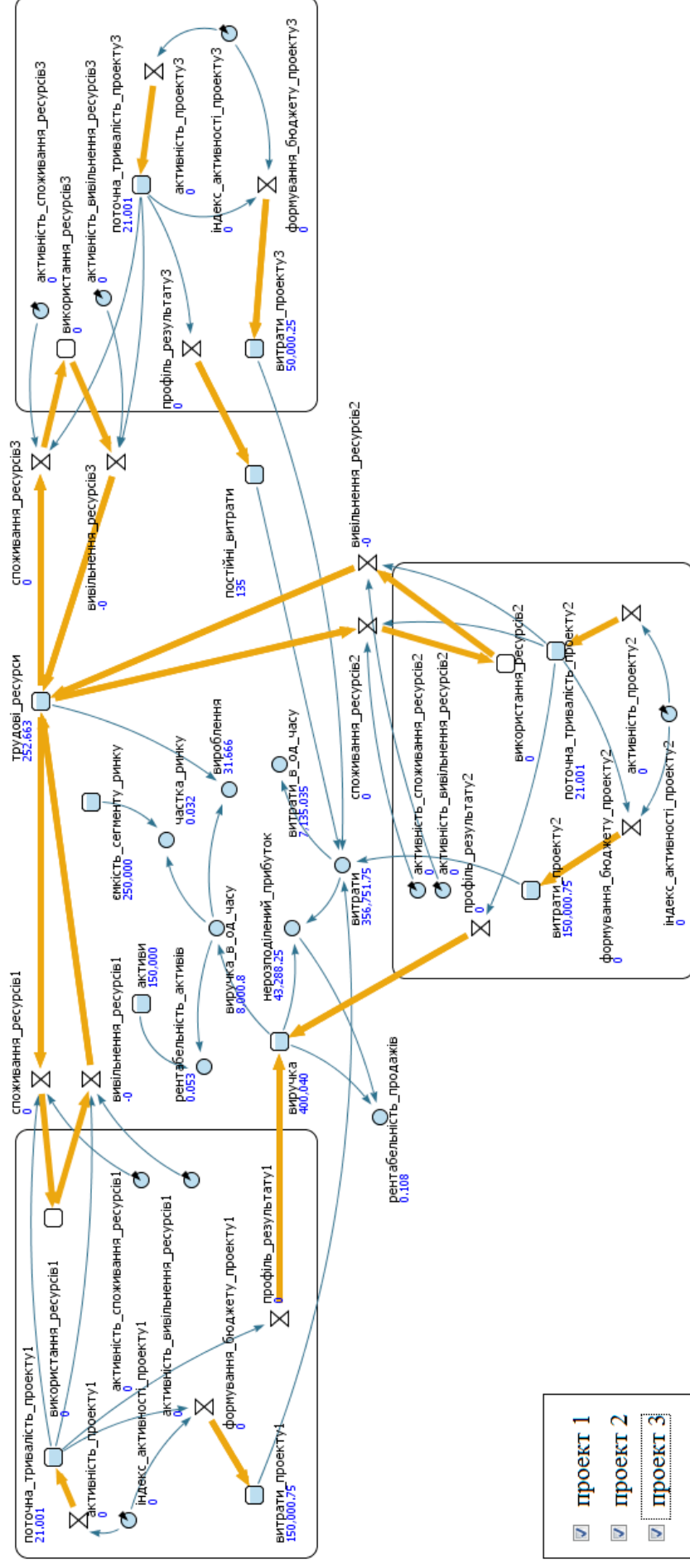


Рис. 4. Імітаційна модель аутсорсингової ІТ-компанії з трьома проектами

Параметри моделі можна умовно розділити на три категорії: показники, які описують ринкове оточення компанії; метрики операційної діяльності; показники, які описують фінансові результати діяльності компанії.

У моделі аутсорсингової ІТ-компанії реалізується портфель проектів, який складається з двох типів проектів – операційні і проекти розвитку. Операційні проекти забезпечують збільшення фінансових ресурсів, а проекти розвитку – зменшення, але вони впливають на стратегічні показники діяльності компанії. Кожен проект, будучи частиною системи, впливає на один або кілька факторів моделі.

Проекти використовують доступні трудові ресурси компанії W і фінансуються з прибутку TB , накопиченого до моменту часу t .

Старт проекту може здійснюватися в довільний момент часу прогону імітаційної моделі. Крім того, допускається переривання виконання проекту або при прийнятті відповідного управлінського рішення, або через відсутність ресурсів і/або грошових коштів. При зупинці проекту ресурси повертаються в систему, а бюджет проекту заморожується. Стан усіх параметрів зупиненого проекту залишається незмінним до моменту його відновлення.

У разі зупинки проекту за рішенням менеджера, його виконання може бути відновлено в будь-який момент часу. Так як в моделі компанії реалізується портфель проектів, то зупинений проект може бути продовжений і в тому випадку, якщо його виконання було перервано через відсутність вільних ресурсів або коштів. Проект відновиться в той момент часу, коли за рахунок операційної діяльності і реалізації інших проектів накопичена достатня кількість трудових та фінансових ресурсів.

Поточний стан проекту k визначається сумою грошових коштів, витрачених на реалізацію проекту $PB_i^{(k)}$ на момент часу t_i , та кількістю трудових ресурсів $PI_i^{(k)}$, що беруть участь в реалізації проекту k на момент часу t_i .

Динаміку використання ресурсів, формування бюджету, надходження коштів від замовника проекту відображають табличні функції (рис. 5).



Рис. 5. Вхідні дані для операційного проекту моделі аутсорсингової ІТ-компанії

Профіль використання ресурсів $IW^{(k)}$ – похідна функції потреби проекту k у трудових ресурсах. Профіль бюджету $IB^{(k)}$ – похідна функції потреби проекту k в фінансових ресурсах. Профіль результату $IR^{(k)}$ – похідна функції зміни параметра моделі, на який впливає проект k . Для знаходження проміжних значень функцій використовується механізм лінійної інтерполяції.

Початковий стан імітаційної моделі з трьома проектами $k = 1, 2, 3$:

$$x_0 = (C_0, V_0, W_0, CP_0, TB_0, FC_0, C_0, AC_0, AV_0, EA_0, EW_0, EV_0, PW_0^{(k)}, PB_0^{(k)}).$$

Наступна система рівнянь визначає стан системи x_{i+1} , $i = 0, 1, 2, \dots, n$ в момент часу t_{i+1} :

$$\left\{ \begin{array}{l} PW_{i+1}^{(k)} = PW_i^{(k)} + (IW_{i+1}^{(k)+} - IW_{i+1}^{(k)-}) \\ PB_{i+1}^{(k)} = PB_i^{(k)} + IB_{i+1}^{(k)} \\ V_{i+1} = V_i + \sum_{k=1}^2 IR_{i+1}^{(k)} \\ FC_{i+1} = FC_i + IR_{i+1}^{(3)} \\ W_{i+1} = W_i - \sum_{k=1}^3 PW_{i+1}^{(k)} \\ C_{i+1} = \sum_{k=1}^3 PB_{i+1}^{(k)} + FC_{i+1} \cdot (i+1); TB_{i+1} = V_{i+1} - C_{i+1} \\ AC_{i+1} = \frac{C_{i+1}}{i+1}; AV_{i+1} = \frac{V_{i+1}}{i+1}; CP_{i+1} = AV_{i+1} - D_{i+1} \\ EA_{i+1} = \frac{AV_{i+1}}{A_{i+1}}; EW_{i+1} = \frac{AV_{i+1}}{W_{i+1}}; EV_{i+1} = \frac{TB_{i+1}}{V_{i+1}} \end{array} \right.$$

Умовні позначення для змінних моделі:

D (ємність_сегменту_ринку) – величина загального обсягу продажів сегменту ринку, на якому працює компанія, у.о./день;

CP (частка_ринку) – частка компанії в загальному обсязі продажів в момент часу, %;

W (трудо́ві_ресурси) – доступна кількість трудових ресурсів компанії в момент часу, люд.;

FC (постійні_витрати) – постійні витрати компанії в момент часу, у.о./день;

V (виручка) – накопичена до поточного моменту часу сума виручки від реалізованих ІТ-проектів, у.о.;

TB (нерозподілений_прибуток) – накопичена до поточного моменту часу сума прибутку, у.о.;

A (активи) – сумарна вартість активів компанії в момент часу, у.о.;

EA (рентабельність_активів) – відношення виручки в одиницю часу до сумарної вартості активів підприємства, %;

AV (виручка_в_од_часу) – середнє значення виручки за період часу, у.о./день;

EW (виробіток) – середнє значення виручки компанії на одиницю трудових ресурсів в момент часу, у.о./люд.;

C (витрати) – накопичена до поточного моменту часу сума витрат компанії від реалізації всіх проектів, у.о.;

AC (витрати_в_од_часу) – середнє значення витрат за період часу, у.о./день;

EV (рентабельність_ продажів) – відношення виручки в одиницю часу до середнього значення витрат за той же період, %.

$PB^{(k)}$ (бюджет_проекту k) – сума грошових коштів, витрачених на реалізацію проекту k на момент часу, у.о.;

$PW^{(k)}$ (використання_ресурсів k) – кількість трудових ресурсів, що беруть участь в реалізації проекту k на момент часу, людино-години.

Система структурно-параметричних індикаторів процесів управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії, що наведена в моделі, враховує вплив параметрів проектів на досягнення стратегічних цілей. Це дає можливість формувати раціональний портфель та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

У третьому розділі представлені сценарії з використанням розроблених моделей з метою оцінити в рамках обмежень, що накладаються деяким критерієм або сукупністю критеріїв, різні стратегії, що забезпечують управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії.

Прості експерименти з моделями розв'язують пряму задачу імітаційного моделювання («що – якщо»). Було проведено декілька простих експериментів з моделлю ІТ-проекту. На рис. 6 представлені результати експерименту, в якому виправлена помилкова оцінка складності проекту. Якщо початкові значення дорівнює 5, а нове дорівнює 6, то для повернення до бюджету проекту $\approx 200\,000$ у.о. можна підвищити кваліфікацію персоналу з 6 до 8 балів і відмовитися від 6 % функціональності. При цьому трудомісткість знизиться з 1 600 до 1 195 годин.

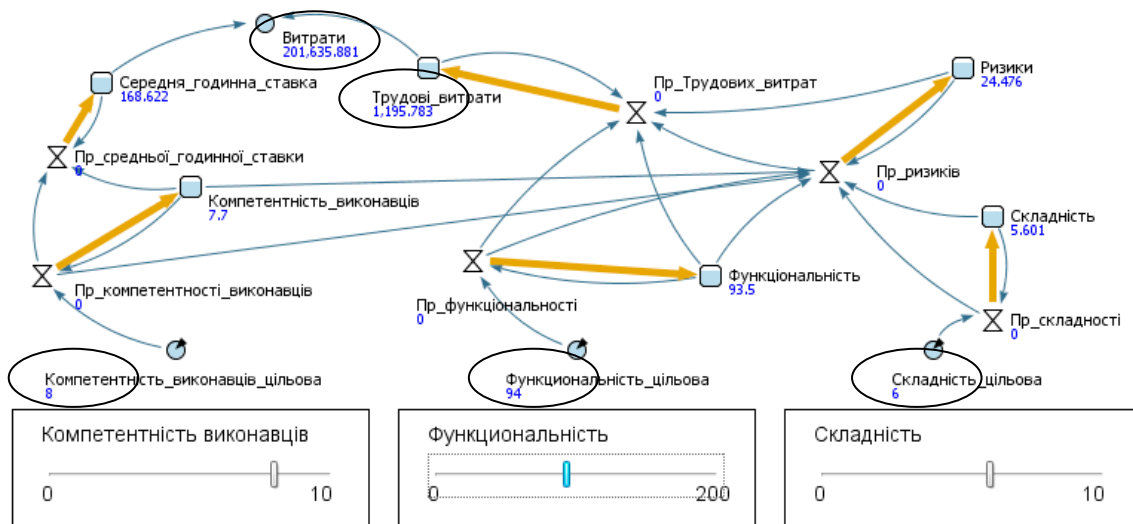


Рис. 6. Компенсація збільшеної складності проекту за рахунок компетентності персоналу і відмови від частини функціональності продукту

Отримані значення параметрів моделі показують, що при обмеженому бюджеті 150 000 у.о. розробити проект за 800 годин (10 осіб працює 2 тижні) неможливо. Для цього знадобиться близько 1 240 годин. У цьому випадку в проекті середньої

складності виконавцями зі середньою компетентністю буде розроблено 83 % функціональних характеристик програмного продукту.

Експеримент аналізу чутливості допомагає оцінити чутливість результатів моделювання від конкретних параметрів моделі.

Для оцінки чутливості введемо для елементів моделі наступні позначення: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – вектор вхідних даних, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ – вектор вихідних даних. Для кожного вхідного параметру $x_i, i = \overline{1, n}$ визначається інтервал зміни $(\underline{x}_i, \overline{x}_i)$, $\underline{x}_i$ – нижнє граничне значення, $\overline{x}_i$ – верхнє граничне значення параметру. Інші компоненти вектора X не змінюються. Проводять модельні експерименти і для пари $(\underline{x}_i, \overline{x}_i)$ отримують вектор відгуків моделі $\{(\underline{y}_j^i, \overline{y}_j^i)\}, j = \overline{1, m}$, де $\underline{y}_j^i = A(\underline{x}_i)$, $\overline{y}_j^i = A(\overline{x}_i)$, $j = \overline{1, m}$, A – оператор, який відображає множину вхідних параметрів в множину вихідних. Для оцінки чутливості можна використовувати як абсолютні значення так і відносні. В останньому випадку обчислюють вектор приростів параметрів:

$$\Delta x_i = \frac{(\overline{x}_i - \underline{x}_i)^2}{(\overline{x}_i + \underline{x}_i)} \cdot 100\%, i = \overline{1, n}.$$

Кожному приросту вхідного параметра $\Delta x_i, i = \overline{1, n}$ буде відповідати вектор приростів вихідних факторів:

$$\Delta y_j^i = \frac{(\overline{y}_j^i - \underline{y}_j^i)^2}{(\overline{y}_j^i + \underline{y}_j^i)} \cdot 100\%, j = \overline{1, m}$$

Чутливість моделі по i -ой компоненті вектора вхідних параметрів $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ визначають парюю значень $(\Delta x_i, \Delta y^i)$, де $\Delta y^i = \max_{j=1}^m \{\Delta y_j^i\}$.

На рис. 7 показані результати експерименту при обмеженні бюджету проекту в 150 000 у.о. і часу на розробку проекту 2 тижні з умовою, що над проектом працює команда з 10 осіб. При цьому обидва обмеження (бюджету і часу) однаково важливі.

Calibration Experiment

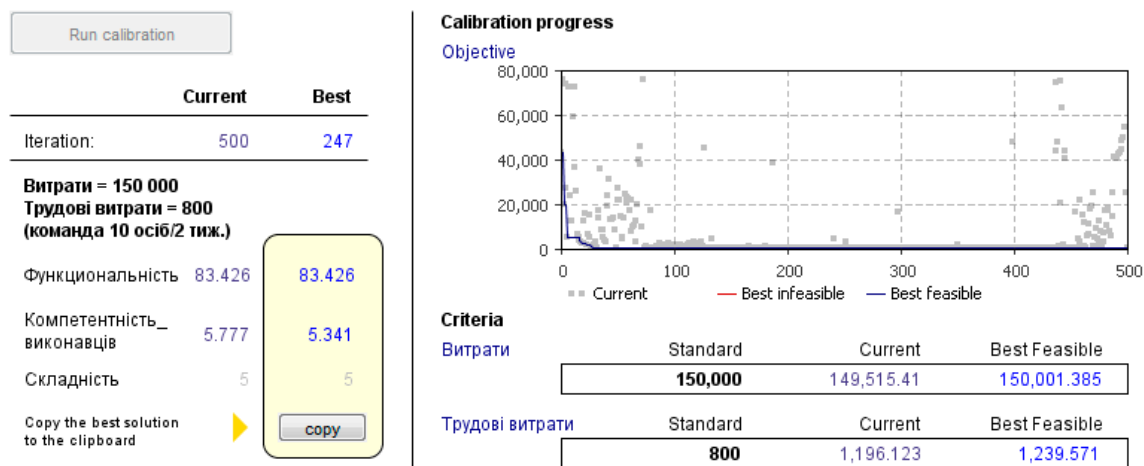


Рис. 7. Параметри моделі при обмеженні бюджету проекту 150 000 у.о. і часу на розробку проекту 800 годин.

Оптимізаційні експерименти з імітаційними моделями розв’язують зворотні задачі, рішення яких полягає у визначенні вхідних даних по заданому значенню вихідних даних (параметри моделі, як і в прямій задачі, фіксовані).

Експеримент за методом Монте-Карло дозволяє виконати кілька повторних запусків моделі з параметрами, значення яких змінюються стохастично, і відобразити отриманий набір результатів моделювання за допомогою гістограм.

В четвертому розділі наведено опис експериментального дослідження імітаційних моделей, які є основою системи підтримки прийняття рішень. Функціональна модель процесу розробки і використання СППР при управлінні портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії представлена у вигляді контекстної діаграми IDEF0 (рис. 8).

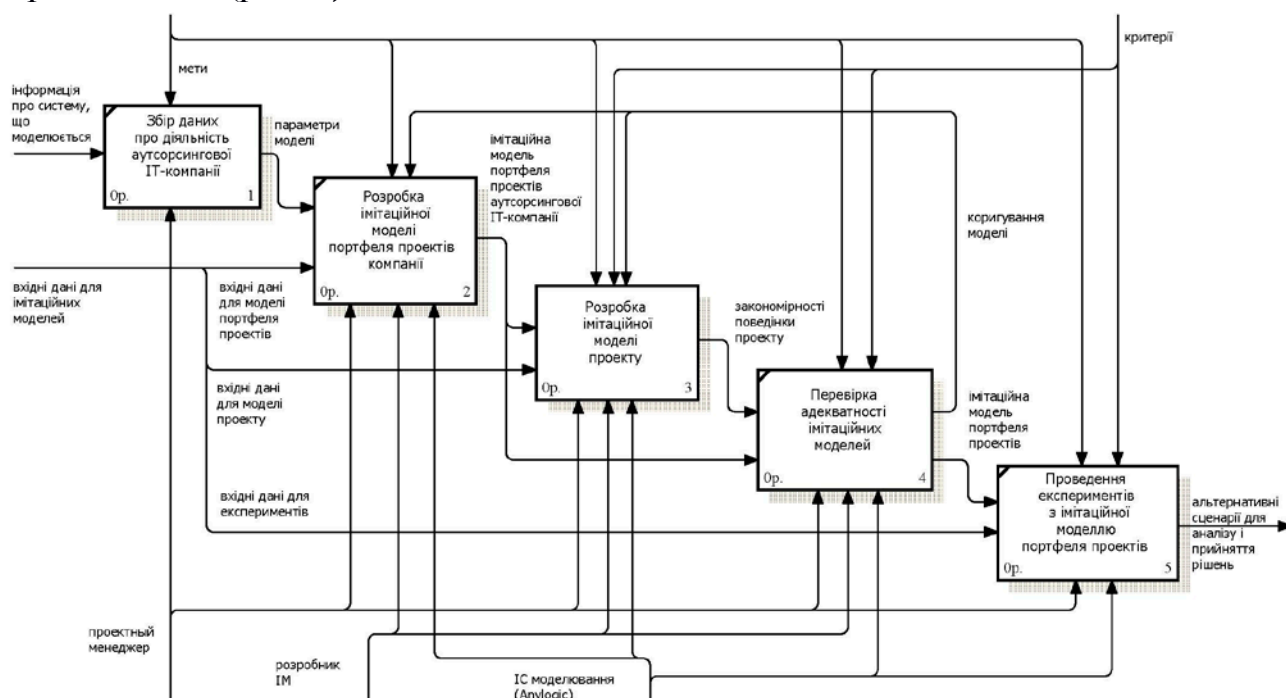


Рис. 8. Функціональна модель процесу розробки та використання СППР при управлінні портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії

Система підтримки прийняття рішень допомагає особі, що приймає рішення, провести оцінку ситуацій, здійснити вибір критеріїв, оцінити їх відносну значимість, здійснити оцінку сценаріїв, виконати комп'ютерне моделювання прийнятих рішень; здійснити аналіз можливих наслідків прийнятих рішень; оцінити результати реалізації прийнятих рішень.

Критерієм ефективності імітаційних моделей бази СППР є відповідність висновків і прогнозів, які модель дозволяє зробити, та результатів, отриманих в процесі управління портфелем проектів. Ефективність розроблених імітаційних моделей та сценаріїв експериментів підтверджена результатами впровадження дисертаційних досліджень в проектно-орієнтовану діяльність аутсорсингових ІТ-компаній ТОВ «АртСофт» та «Jetimrex, Inc», яка є правовласником проекту «TemplateMonster».

ВИСНОВКИ

В роботі поставлена та вирішена актуальна науково-прикладна задача підвищення ефективності управління аутсорсингової ІТ-компанії на основі розробки імітаційних моделей її портфеля проектів, а також методів їх дослідження та прийняття рішень; розроблено відповідні моделі та сценарії експериментів, а також виконано впровадження результатів дисертаційного дослідження. Загальні висновки полягають у наступному.

1. Виконано аналіз особливостей ІТ-проектів і їх життєвого циклу, який дозволяє зробити висновок, що велика кількість неуспішних проектів та проектів, які були завершені з перевитратою бюджету, запізненням за часом і/або з відсутністю важливих функціональних характеристик, обумовлено високим ступенем невизначеності при реалізації ІТ-проектів.

2. Проведено аналіз сучасних методологій управління ІТ-проектами та показано, що при управлінні портфелем проектів в аутсорсингових ІТ-компаніях приймаються рішення про те, які ІТ-проекти мають максимальну цінність для бізнесу і виникають задачі прогнозування наслідків комплексів взаємопов'язаних заходів, виражених у вигляді різних альтернативних сценаріїв.

3. Вперше розроблено модель портфелю проектів аутсорсингової ІТ-компанії, що на відміну від існуючих враховує вплив параметрів проектів на досягнення стратегічних цілей, що дає можливість підвищити ефективність діяльності компанії.

4. Вперше розроблено імітаційну модель ІТ-проекту, яка, на відміну від існуючих, дозволяє інтегрувати представлення компонентів продукту і процесів, спрямованих на їх отримання, що дозволяє підвищити ефективність процесів планування та моніторингу проекту.

5. Вперше розроблено імітаційну модель проекту ІТ-компанії на основі інтеграції принципів системної динаміки і когнітивного моделювання, яка дає можливість аналізувати різні сценарії прийняття проектних рішень, спрямованих на балансування значень ключових показників ІТ-проекту.

6. Удосконалено систему структурно-параметричних індикаторів процесів управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії, що дає можливість формувати раціональний портфель.

7. Отримано подальший розвиток імітаційне моделювання ІТ-проектів на основі системно-динамічного подання стратегічних параметрів діяльності компанії, а також використання формалізму мереж Петрі, що дає можливість приймати обґрунтовані проектні рішення.

8. Розроблено функціональні моделі застосування імітаційних рішень для управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії, а також розроблена інформаційна система підтримки прийняття рішень.

9. Проведено апробація, впровадження та аналіз результатів дослідження, які підтвердили достовірність отриманих наукових результатів, а також високу ефективність сформованих на їх основі інструментальних засобів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Управление ресурсами распределенных проектов и программ : монография [Текст] / В. Н. Бурков, С. Д. Бушуев, А. М. Возный, А. Ю. Гайда, Т. Г. Григорян, А. А. Иванова, Н. Р. Кнырик, М. Э. Колесник, И. В. Кононенко, К. В. Кошкин, А. А. Павлов, С. С. Рыжков, А. С. Рыжков, С. О. Слободян, Х. Танака, С. К. Чернов – Николаев : Торубара В. В., 2015. – 386 с.

Особистий внесок здобувача: *імітаційні моделі організаційних систем управління розподіленими проектами та програмами.*

Статті у виданнях, віднесених до переліку фахових видань України

2. Возный, А. М. Прогнозирование показателей проекта на основе когнитивной модели, представленной двудольным графом [Текст] / А. М. Возный, К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 1/10 (61). – С. 27–29. – (Наукометрична база Index Copernicus).

Особистий внесок здобувача: *двочастковий граф узагальненої обчислювальної моделі проекту.*

3. Возный, А. М. Имитационное моделирование ИТ-проектов на основе сетей Петри [Текст] / А. М. Возный, К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Вісн. НТУ «ХПІ». Сер. Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х., 2015. – № 1 (1110). – С. 24–28.

Особистий внесок здобувача: *математична модель ієрархічної мережі Петрі.*

4. Возный, А. М. Оценка сценариев развития организационных систем на основе модельных экспериментов [Текст] / А. М. Возный, К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Вісн. НТУ «ХПІ». Сер. Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х., 2014. – № 2 (1045). – С. 27–32.

Особистий внесок здобувача: *сценарії модельних експериментів з моделлю проекту.*

5. Кнырик, Н. Р. Выбор универсального стандарта для хранения проектной информации [Текст] / Н. Р. Кнырик, Ю. М. Король // Вісн. НУК. – Миколаїв : НУК, 2012. – № 2. – С. 438–444.

Особистий внесок здобувача: *порівняльний аналіз форматів обміну даними.*

6. Кнырик, Н. Р. Мониторинг функционирования и развития организационных систем на основе имитационного моделирования [Текст] / Н. Р. Кнырик // Вісн. ОНМУ. – О., 2015. – № 2 (44). – С. 223–232.

7. Кошкин, К. В. Принятие решений при реализации ИТ-проектов на основе имитационного моделирования [Текст] / К. В. Кошкин, А. М. Возный, Н. Р. Кнырик // Вісн. НТУ «ХПІ». Сер. Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х., 2016. – № 2 (1174). – С. 12–16.

Особистий внесок здобувача: *застосування принципів системної динаміки для розробки моделі проекту.*

Публікації у закордонних виданнях

8. Кошкин, К. В. Формирование агрегированной модели управления портфелем проектов аутсорсинговой ИТ-компании [Текст] / К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Proceedings of Materials 1st Intern. scientific-practical conf. «Modern management: problems, hypotheses, researches». – Batumi, BNTU, 2015. – С. 179–183.

Особистий внесок здобувача: *функціональна модель управління портфелем проектів.*

9. Возный, А. М. Имитационное моделирование проектов аутсорсинговых ИТ-компаний на основе сетей Петри [Текст] / А. М. Возный, Н. Р. Кнырик, В. К. Кошкин // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. – Челябинск : ИзЛиТ, 2016. – № 1. – С. 35–42.

Особистий внесок здобувача: *діаграми станів об'єктів.*

Публікації, у яких додатково викладено зміст дисертації

10. Возный, А. М. Динамическое моделирование проектов трансформации организационных систем [Текст] / А. М. Возный, Н. Р. Кнырик // Матеріали ІХ Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2013. – С. 57–58.

Особистий внесок здобувача: *агрегована модель проекту та його оточення.*

11. Кнырик, Н. Р. Защита информации в распределенных проектах софтверной компании [Текст] / Н. Р. Кнырик, В. К. Кошкин, О. Н. Дудченко // Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. конф. «Стан та удосконалення безпеки інформаційно-телекомунікаційних систем» (SITS'2014). – Миколаїв, 2014. – С. 71–73.

Особистий внесок здобувача: *модель процесу управління ризиками інформаційної безпеки.*

12. Кнырик, Н. Р. Управление портфелем проектов аутсорсинговой ИТ-компании на основе имитационного моделирования [Текст] / Н. Р. Кнырик // Матеріали XIII Міжнар. конф. «Управління проектами у розвитку суспільства». – К. : КНУБА, 2016. – С. 122–123.

13. Кошкин, К. В. Имитационное моделирование организационных систем в судостроении [Текст] / К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Матеріали V Міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 434–435.

Особистий внесок здобувача: *планування завантаження виробничих ділянок підприємства.*

14. Кошкин, К. В. Имитационное моделирование управления портфелем проектов аутсорсинговой ИТ-компании [Текст] / К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : «ВидавІнформ» ОНМА, 2015. – С. 315–316.

Особистий внесок здобувача: *сценарії експериментів з моделлю проекту.*

15. Кошкин, К. В. Исследование проектов трансформации организационных систем на базе имитационного моделирования [Текст] / К. В. Кошкин,

Н. Р. Кнырик // Матеріали Х Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 149–151.

Особистий внесок здобувача: *імітаційна модель з трьома організаційними проектами.*

16. Кошкин, К. В. Когнитивная модель производственной программы наукоемкого предприятия [Текст] / К. В. Кошкин, А. М. Возный, Н. Р. Кнырик // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Комп'ютерні науки: освіта, наука, практика». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 98–99.

Особистий внесок здобувача: *розробка когнітивної моделі на основі базисних факторів.*

17. Кошкин, К. В. Особенности моделирования сложных информационных систем [Текст] / К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : ВМВ, 2014. – С. 212–214.

Особистий внесок здобувача: *порівняльний аналіз методів імітаційного моделювання.*

18. Управление проектами софтверной аутсорсинговой компании [Текст] / К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик, О. Н. Дудченко, О. В. Дрозд // Матеріали Х Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 147–148.

Особистий внесок здобувача: *визначення характерних особливостей проектів розробки програмного забезпечення.*

19. Кошкин, К. В. Факторы успеха аутсорсинговых ИТ-проектов [Текст] / К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2015. – С. 77–78.

Особистий внесок здобувача: *визначення ключових факторів успіху IT-проекта.*

20. Кошкин, К. В. Имитационное моделирование организационных систем управления распределенными проектами и программами [Текст] / К. В. Кошкин, А. М. Возный, Н. Р. Кнырик // Матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами у розвитку суспільства». – К. : КНУБА, 2014. – С. 101–103.

Особистий внесок здобувача: *імітаційна модель організаційної системи управління.*

21. Кошкин, К. В. Использование сетей Петри для моделирования проектов аутсорсинговых ИТ-компаний [Текст] / К. В. Кошкин, Н. Р. Кнырик // Матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами у розвитку суспільства». – К. : КНУБА, 2015. – С. 135–138.

Особистий внесок здобувача: *використання модифікацій сітей Петрі.*

22. Создание проектно-ориентированного международного центра подготовки плавсостава [Текст] / С. С. Рыжков, А. М. Возный, В. М. Горбов, Н. Р. Кнырик, К. В. Кошкин, П. В. Никитин, С. И. Сербин, П. Г. Хвелидзе // Матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2015. – С. 135.

Особистий внесок здобувача: *основні напрямки діяльності проектно-орієнтованого центру.*

АНОТАЦІЯ

Книрик Н. Р. Управління портфелем проектів аутсорсингової ІТ-компанії на основі імітаційного моделювання. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – управління проектами та програмами. – Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова Міністерства освіти і науки України, Миколаїв, 2016.

Дисертація присвячена вирішенню завдань підвищення ефективності управління аутсорсингової ІТ-компанії на основі розробки імітаційних моделей її портфеля проектів, а також методів їх дослідження та прийняття рішень.

Виконано огляд особливостей ІТ-проектів і їх життєвого циклу; проведено аналіз сучасних методологій управління ІТ-проектами та показано, що при управлінні портфелем проектів в аутсорсингових ІТ-компаніях приймаються рішення про те, які ІТ-проекти мають максимальну цінність для бізнесу і виникають задачі прогнозування наслідків комплексів взаємопов'язаних заходів, виражених у вигляді різних альтернативних сценаріїв.

Висунуто гіпотезу, що вирішити проблеми управління портфелем проектів аутсорсингових ІТ-компаній можна на основі імітаційного моделювання.

Розроблено імітаційні моделі ІТ-проекту, які дозволяють підвищити ефективність процесів планування та моніторингу проекту і дають можливість приймати своєчасні та ефективні управлінські рішення.

Розроблено імітаційну модель портфеля проектів аутсорсингової ІТ-компанії, яка враховує вплив параметрів проектів на досягнення стратегічних цілей, що дає можливість підвищити ефективність діяльності підприємства.

Результати досліджень впроваджені в ТОВ «АртСофт», в компанії «Jetimrex, Inc», яка є правовласником проекту «TemplateMonster». Використання системи підтримки прийняття рішень для формування та моніторингу портфеля проектів дає можливість аналізувати набір альтернативних сценаріїв і приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Ключові слова: ІТ-проект, управління проектами, портфель проектів, аутсорсингова ІТ-компанія, імітаційне моделювання, модель проекту, модель портфеля проектів, система підтримки прийняття рішень.

ABSTRACT

Knyrik N. R. Project portfolio management outsourcing IT-company on the basis of simulation. – Manuscript.

The thesis for the Candidate's degree in engineering sciences in speciality 05.13.22 – program and project management. – Admiral Makarov National University of Shipbuilding of Ministry of Education and Science of Ukraine, Mykolaiv, 2016.

Dissertation is devoted to the solution of problems of increase of efficiency of management outsourcing IT-company based on the development of simulation models of its portfolio, as well as methods for their research and decision-making.

A review of the features of IT-projects and their life cycle; the analysis of modern IT-project management methodologies and it is shown that the management of a portfolio of projects in outsourcing IT-company decisions about which IT-projects are of maximum value to the business and there are problems of forecasting the effects of complexes of interrelated activities, expressed in the form of various alternative scenarios.

It is hypothesized that solve the problem of portfolio management outsourcing IT-companies projects are based on simulation.

A simulation model of IT-project, which will improve the effectiveness of planning and monitoring of the project and make it possible to take timely and effective management decisions.

A simulation model portfolio outsourcing IT-company, which takes into account the impact of the projects parameters to achieve the strategic objectives, which makes it possible to increase the efficiency of the enterprise.

The results of researches are introduced in LLC «ArtSoft» in the company «Jetimpex, Inc», which is a «TemplateMonster» copyright project. The use of a decision support system for the development and monitoring of the project portfolio provides the ability to analyze a set of alternative scenarios and make informed management decisions.

Keywords: IT-project, project management, project portfolio, IT-outsourcing company, simulation, project model, the portfolio of projects, decision support system solutions.

АННОТАЦИЯ

Кнырик Н. Р. Управление портфелем проектов аутсорсинговой IT-компании на основе имитационного моделирования. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.22 – управление проектами и программами. – Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова Министерства образования и науки Украины, Николаев, 2016.

Диссертация посвящена решению задач повышения эффективности управления аутсорсинговой IT-компанией на основе разработки имитационных моделей ее портфеля проектов, а также методов их исследования и принятия решений.

Выполнен обзор особенностей IT-проектов и их жизненного цикла; проведен анализ современных методологий управления IT-проектами и показано, что при управлении портфелем проектов в аутсорсинговых IT-компаниях принимаются решения о том, какие IT-проекты имеют максимальную ценность для бизнеса и возникают задачи прогнозирования последствий комплексов взаимосвязанных мероприятий, выраженных в виде различных альтернативных сценариев.

Выдвинута гипотеза, что решить проблемы управления портфелем проектов аутсорсинговых IT-компаний можно на основе имитационного моделирования.

Разработаны имитационные модели IT-проекта, которые позволяют повысить эффективность процессов планирования и мониторинга проекта и дают возможность принимать своевременные и эффективные управленческие решения.

Разработана имитационная модель портфеля проектов аутсорсинговой IT-компании, которая учитывает влияние параметров проектов на достижение стратегических целей, что дает возможность повысить эффективность деятельности предприятия.

Усовершенствованы методы исследования имитационных моделей портфеля проектов аутсорсинговой IT-компании на основе системно-динамического представления стратегических параметров деятельности предприятия, что дает возможность формировать рациональный портфель.

Результаты исследований внедрены в ТОВ «АртСофт», в компании «Jetimrex, Inc», которая является правообладателем проекта «TemplateMonster». Предложенная система поддержки принятия решений для формирования и мониторинга портфеля проектов дает возможность проводить всесторонний анализ большого количества альтернатив; исследовать динамические ситуации, когда параметры системы и среды меняются в процессе реализации проектов; определять влияние особенностей структурной организации и контуров обратной связи на поведение системы; анализировать набор альтернативных сценариев и принимать обоснованные управленческие решения.

Ключевые слова: IT-проект, управление проектами, портфель проектов, аутсорсинговая IT-компания, имитационное моделирование, модель проекта, модель портфеля проектов, система поддержки принятия решений.