

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

КОЛІСНИК МАРІЯ ЕДУАРДІВНА

УДК 658.012.23

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗМІСТУ
ПРОЕКТУ ПРИ ЧІТКИХ І НЕЧІТКИХ ВИХІДНИХ ДАНИХ

05.13.22 – управління проектами та програмами

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Кононенко Ігор Володимирович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
завідувач кафедри стратегічного управління.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Нефьодов Леонід Іванович,
Харківський національний
автомобільно-дорожній університет,
завідувач кафедри автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій.

кандидат технічних наук
Фесенко Тетяна Григорівна,
Харківська національна академія міського господарства,
доцент кафедри управління проектами в міському
господарстві та будівництві,

Захист відбудеться «__» _____ 2014 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.062.01 у Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» за адресою: 61070, м. Харків, вул. Чкалова, 17, радіотехнічний корпус, ауд. 232.

З дисертацією можна ознайомитися у науково-технічній бібліотеці Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» за адресою: 61070, м. Харків, вул. Чкалова, 17.

Автореферат розісланий «__» _____ 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



М. О. Латкін

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. При управлінні проектами традиційно розглядають так званий трикутник управління проектами, сторонами якого є зміст проекту, час і вартість. Всі зазначені фактори тісно взаємопов'язані. Зміни одного з них, як правило, призводять до змін інших. Часто враховують також ризики, пов'язані з реалізацією проекту та якістю продукту проекту. Для обліку інтересів широкого кола зацікавлених сторін правильніше розглядати взаємозв'язок між змістом проекту, економічним, соціально-політичним, екологічним, технологічним ефектами від нього, якістю продукту, часом, вартістю і ризиками проекту. Зміст проекту слід визначати, приймаючи до уваги всі зазначені фактори.

Формування змісту проекту традиційно здійснюється на евристичному рівні. Часто роботи або комплекси робіт включаються до складу проекту без достатнього аналізу їх впливу на інші роботи. При цьому кількість альтернатив, яка розглядається, зазвичай невелика. Дана ситуація пояснюється значною трудомісткістю аналізу альтернативних варіантів виконання робіт або їх комплексів в багатоетапних проектах.

Перед реалізацією проекту доцільно здійснити оптимізацію його змісту за необхідними критеріями.

У багатьох роботах з управління проектами наголошується на необхідності створення моделей і методів оптимізації змісту проектів за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризики, проте поки що досягнення в цій сфері стосуються окремих результатів.

Відомі роботи, в яких запропоновано моделі однокритеріальної оптимізації змісту проекту з точки зору часу або витрат на його здійснення. Для вирішення відповідних завдань були створені методи, засновані на неявному переборі. На основі цих результатів була запропонована модель задачі оптимізації змісту проекту за критеріями час і вартість за наявності альтернативних варіантів виконання робіт або їх комплексів, заданих у вигляді сітьових моделей. Для вирішення завдання розроблений метод, заснований на поєднанні принципу мінімаксу та методу неявного перебору. Відомі модель та метод оптимізації змісту проекту за критеріями час і вартість його виконання за наявності обмежень на якість продукту після виконання певних етапів проекту. Для вирішення двокритеріальної задачі було запропоновано використовувати узагальнений критерій і неявний перебір. У всіх зазначених роботах розглядалися чіткі вихідні дані.

Зазначені обставини свідчать про **актуальність** науково-прикладного завдання створення моделей і методів оптимізації змісту проектів за критеріями прибуток, час, вартість, якість, ризики при наявності альтернативних варіантів виконання робіт або їх комплексів, при чітких і нечітких вихідних даних.

Зв'язок роботи з науковими програмами і планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі стратегічного управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у рамках двох науково-дослідних робіт № 86181 та 86221 із замовником ДП ХМЗ «ФЕД» за темою «Оперативні дослідження та розробка концепції «Управління проектами та програмами розвитку інструментального виробництва (політика,

стратегія, планування)» за розділом «Розробка моделі та методу оптимізації змісту проектів розвитку інструментального виробництва»». Внесок автора полягає в розробці математичних моделей і методів оптимізації змісту проектів з погляду прибутку, часу, вартості, якості та ризиків з урахуванням обмежень. Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідної роботи за держбюджетною темою «Розробка комп'ютерної технології оцінювання впливу на економіку проектів національного рівня та формування оптимальних портфелів проектів» (ДР 0112U000417). Автором запропоновано використовувати багатокритеріальну оптимізацію змісту проектів перед оцінюванням їх впливу на економіку за допомогою імітаційної моделі.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційного дослідження є покращення показників проектів: прибутку, часу, вартості, якості продукту, ризиків шляхом створення та використання моделей і методів оптимізації їх змісту при чітких і нечітких вихідних даних.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз існуючих моделей та методів управління змістом проектів;
- розробити математичну модель і метод оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризики при заданих альтернативних варіантах виконання робіт та їх сукупностей, поданих у вигляді сітьових моделей, при чітких вихідних даних;
- розробити математичну модель і метод оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризики при нечітких вихідних даних, за наявності обмежень і заданих альтернативних варіантів виконання робіт, представлених у вигляді сітьових моделей;
- створити комп'ютерну програму для автоматизації розрахунків, що виконуються за допомогою розроблених методів оптимізації змісту проектів;
- упровадити результати роботи в практику управління реальними проектами.

Об'єкт дослідження – процеси управління проектами.

Предмет дослідження – моделі й методи оптимізації змісту проекту.

Методи дослідження. При створенні піраміди управління проектом та процесу багатокритеріальної оптимізації змісту проекту використано системний підхід. При розробці моделі багатокритеріальної оптимізації змісту проектів при чітких вихідних даних використовувалися методи економетрики, математичного програмування, сітьового планування, оптимізаційно-імітаційний підхід. При розробці моделі багатокритеріальної оптимізації при нечітких вихідних даних крім того було використано апарат теорії нечітких множин. При розробці методу багатокритеріальної оптимізації змісту проектів при чітких вихідних даних використовувалися методи сітьового планування, метод неявного перебору, методи розв'язання багатокритеріальних задач, метод експертних оцінок. При розробці методу багатокритеріальної оптимізації змісту проектів при нечітких вихідних даних крім того було використано апарат теорії нечітких множин.

Наукова новизна одержаних результатів. Основний науковий результат дисертації полягає у створенні моделей та методів оптимізації змісту проектів з погляду прибутку, часу, вартості, якості та ризиків для задач з альтернативними

варіантами виконання робіт, або їх комплексів, при чітких і нечітких вихідних даних.

Вперше:

– розроблено математичну модель багатокритеріальної оптимізації змісту проекту, яка враховує критерії: прибуток, час, вартість, якість, ризику, включає обмеження на вартість, час проекту та якість його продуктів і містить нечіткі параметри в цільових функціях та в обмеженнях, що дозволяє підвищити адекватність моделі в умовах невизначеності середовища.

Удосконалено:

– метод оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризику при наявності обмежень, шляхом використання вихідних даних, представлених у вигляді нечітких чисел, що дозволяє покращити показники проекту в умовах невизначеності середовища.

Отримали подальший розвиток:

– процеси управління проектами шляхом створення нового процесу багатокритеріальної оптимізації змісту проекту при чітких і нечітких вихідних даних, що дає можливість покращити показники проектів;

– математична модель та метод багатокритеріальної оптимізації змісту проекту при чітких вихідних даних, які на відміну від існуючих моделей та методів враховують алгоритмічну цільову функцію прибутку та аналітичні цільові функції якості та ризику, що дозволяє вирішувати задачу пошуку компромісного варіанту складу робіт проекту та краще задовольняти вимоги стейкхолдерів до проекту.

Практичне значення одержаних результатів.

Запропоновані в роботі моделі і методи дозволяють вирішувати завдання планування змісту проектів при чітких і нечітких вихідних даних в умовах, коли за допомогою сітьових моделей задані альтернативні варіанти виконання робіт і їх комплексів. Створене на основі розроблених методів комп'ютерна програма «PTCQR Project Score Optimization» може бути застосована для вибору змісту проектів на підприємствах і в організаціях усіх галузей економіки.

Для проекту створення ділянки з нанесення іонно-плазмового покриття на інструмент, що виробляється в інструментальному виробництві ДП ХМЗ «ФЕД», за допомогою розробленого програмного засобу знайдено оптимальний зміст проекту з точки зору прибутку, часу, вартості, якості та ризиків з урахуванням обмежень щодо якості, вартості та часу виконання проекту. При цьому у вигляді сітьових моделей описано альтернативні варіанти виконання робіт, зібрано дані про технологічні процеси виробництва інструменту, про вартість, тривалість робіт та інші вихідні дані. Результати розв'язання тестових і реальних задач за допомогою розробленого програмного засобу підтвердили достовірність запропонованих моделей і методів, їх ефективність.

Отримані результати дослідження впроваджено:

– в проектну діяльність ДП ХМЗ «ФЕД» (акт впровадження від 15.03.2013 р.);
– у навчальний процес Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (акт впровадження від 02.09.2013 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі положення, винесені на захист, отримані автором особисто. Здобувачеві особисто належать у спільних роботах наступні положення: створення моделі [2, 8] та методу оптимізації змісту проекту за критеріями ризику [1], прибуток [3], час, вартість, якість при наявності обмежень [4, 7], розробка моделі та методу багатокритеріальної оптимізації змісту проекту при нечітких вихідних даних [6, 10], розробка комп'ютерної програми для багатокритеріальної оптимізації змісту проекту [5, 9].

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи, висновки і пропозиції доповідалися й обговорювалися на таких науково-практичних конференціях:

– 26th IPMA World Congress, IPMA-2012 (26-й Всесвітній Конгрес Міжнародної асоціації з Управління проектами, 2012 р., м. Херсонісос, Греція); VIII, IX Міжнародні науково-практичні конференції «Управління проектами: стан та перспективи» (2012, 2013 рр., м. Миколаїв); IX Міжнародна конференція «Управління проектами у розвитку суспільства» (2012 р., м. Київ); III, IV Міжнародні науково-практичні конференції «Інтеграція стратегічного управління, управління проектами і програмами розвитку підприємств і територій» (2012, 2013 рр., сел. Славське, Львівська область, м. Яремче, Івано-Франківська область).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковано в 10 роботах, з них 6 статей у наукових виданнях, що входять до переліку фахових (2 статті у наукових журналах та 4 статті в збірниках наукових праць), 1 стаття у міжнародному збірнику наукових праць, 3 тези доповідей на наукових конференціях.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, одного додатку. Повний обсяг дисертації становить 159 сторінок, у тому числі 28 рисунків, з них 8 рисунків на 4 окремих сторінках, 23 таблиці, один додаток на 4 сторінках, список використаної літератури зі 130 найменувань на 14 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, визначено мету роботи та сформульовано наукові й практичні завдання. Охарактеризовано наукову новизну і практичну значущість отриманих результатів, ступінь їх апробації та публікації.

У першому розділі проведено аналіз робіт у галузі управління проектами та програмами. Слід зазначити, що основні вигоди від проекту, в тому числі прибуток, можуть бути одержані на експлуатаційній стадії. Тому існує необхідність у більш ефективній організації процесу управлінні проектом від зародження ідеї до отримання головних вигод від нього.

Проаналізовано методи оптимізації змісту проектів. Практично завжди існують альтернативні варіанти виконання робіт чи їх комплексів, що пояснюється залученням різних технологій і/або виконавців. Кожен виконавець, залежно від використовуваної технології, застосовуваних машин, механізмів, сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих, рівня своєї кваліфікації, виконає роботу за певний час і з певними вартістю та якістю результату. Від вибору варіанту виконання робіт залежать ризики, пов'язані з його реалізацією і прибуток, який він

забезпечить на стадії експлуатації. У разі зміни варіантів виконання робіт змінюється зміст проекту.

У літературі, присвяченій питанням оптимізації змісту проекту за критеріями час, вартість та ін., альтернативні варіанти робіт чи їх комплексів подано сітьовими моделями. Відома математична модель оптимізації змісту проекту за критеріями час і вартість одночасно. Існує математична модель оптимізації змісту проекту за критеріями час і вартість з урахуванням обмежень на якість продуктів окремих етапів. Розроблено метод розв'язання цієї задачі, що відноситься до методів багатокритеріальної дискретної оптимізації, і надає можливість вирішувати задачі, в яких у вигляді сітьових моделей задані альтернативні варіанти виконання робіт та їх сукупностей. Проте на практиці виникає необхідність в одночасному урахуванні більшої кількості критеріїв оптимізації змісту проекту. Слід зазначити, що в жодній роботі не реалізовано задачу багатокритеріальної оптимізації проекту при нечітких вхідних даних. Запропоновані в існуючих роботах методи не можуть бути використані в такому випадку. Крім того, доцільно врахувати обмеження, які існують для окремих етапів проекту.

У відомих роботах авторам не вдалося з потрібною точністю описати умови завдання за допомогою тільки аналітичних виразів. Більш адекватними для практичних ситуацій є математичні моделі з алгоритмічними й аналітичними в різних поєднаннях цільовими функціями та обмеженнями. Не розглядалася задача, в якій оптимізація змісту проекту проводилася б з погляду багатьох критеріїв, в тому числі прибутку від його здійснення. Ця постановка є дуже актуальною для підприємств, що працюють в умовах ринкової економіки.

У зв'язку з цим необхідно розробити математичну модель і метод багатокритеріальної оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризики проекту при чітких та нечітких вихідних даних, за наявності обмежень. При цьому метод повинен дозволяти розв'язувати задачу в умовах, коли експертами задано вагу для цих критеріїв, а альтернативні варіанти виконання робіт або їх комплексів, подано у вигляді сітьових моделей.

На основі проведеного аналізу робіт було сформульовано мету дисертаційного дослідження і завдання, які необхідно вирішити для її досягнення.

Основні результати розділу опубліковано в роботах [2, 4, 7, 8].

У другому розділі запропоновано математичну модель задачі оптимізації змісту проекту, яка містить п'ять цільових функцій. Одна з функцій відбиває прибуток підприємства до оподаткування за всі роки життєвого циклу. Дана функція підлягає максимізації. Друга цільова функція - час виконання проекту, який розраховується за допомогою методу критичного шляху або іншого методу в сітьовій моделі, третя - витрати на здійснення проекту, четверта - значення узагальненого показника якості продукту проекту, п'ята - оцінка ризиків, пов'язаних з реалізацією проекту, підлягають мінімізації. Слід зазначити, що якість продукту проекту підлягає максимізації, але ми використовуємо нормування показників якості продукту, при якому меншому значенню показника відповідає більша якість. В результаті отримуємо задачу мінімізації узагальненого показника якості.

У моделі передбачається, що після завершення окремих етапів виконання проекту не повинно бути фінансових заборгованостей. Також обмеженням моделі є максимальний час виконання проекту. Задані обмеження на якість продукту проекту. При цьому передбачається, що на кожному етапі проекту може здійснюватися не більше одного з альтернативних варіантів виконання робіт.

Описано фази життєвого циклу продуктів проекту.

Модель задачі багатокритеріальної оптимізації має вид:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^L C_t^{(l)} D_t^{(l)} - \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj} + \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} E_{hj} x_{hj} - \sum_{t=1}^T U_t = P' \rightarrow \max_{x_{hj}}; \quad (1)$$

$$T_{pr} = \varphi(G, x_{hj}) \rightarrow \min_{x_{hj}}, \quad j = \overline{1, M_h}, \quad h = \overline{1, H}; \quad (2)$$

$$\sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj} = F \rightarrow \min_{x_{hj}}. \quad (3)$$

$$\sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \sum_{r=1}^{R_h} b_r \Psi_{hjr}^{norm} x_{hj} = Q \rightarrow \min_{x_{hj}}; \quad (4)$$

$$\sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \sum_{i=1}^I P_{hjr} V_{hjr} x_{hj} = R_{neg} \rightarrow \min_{x_{hj}}; \quad (5)$$

$$S_h = S_{h-1} + K_h - \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj}; \quad S_h \geq 0; \quad h = \overline{1, H}; \quad (6)$$

$$T_{pr} \leq T^{def}, \quad T_{pr} = \varphi(G, x_{hj}), \quad j = \overline{1, M_h}, \quad h = \overline{1, H}. \quad (7)$$

$$\Psi_{hjr} x_{hj} \leq Q_{hr}^{def}, \quad j = \overline{1, M_h}, \quad h = \overline{1, H}, \quad r = \overline{1, R_h}; \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{M_h} x_{hj} = 1, \quad h = \overline{1, H}; \quad (9)$$

$$x_{hj} \in \{0, 1\}, \quad j = \overline{1, M_h}, \quad h = \overline{1, H}. \quad (10)$$

де T – тривалість фази експлуатації або споживання продуктів проекту;

T_{pr} – час виконання всіх робіт проекту на інвестиційній фазі (фазі здійснення проекту);

l – вид продукції, загальна кількість яких дорівнює L ;

$C_t^{(l)}$ – вартість продукції l -го типу в t -му році, $t = \overline{1, T}$;

$D_t^{(l)}$ – об'єм продажів продукції l -го типу в t -му році, $l = \overline{1, L}, t = \overline{1, T}$;

$$D_t^{(l)} = \begin{cases} A_t^{(l)}, & \text{если } A_t^{(l)} \leq B_t^{(l)}; \\ B_t^{(l)}, & \text{если } A_t^{(l)} > B_t^{(l)}; \end{cases}$$

$$A_t^{(l)} = \varphi(G, x_{hj}), t = \overline{1, T};$$

$$x_{hj} \in \{0,1\}, h = \overline{1, H}, j = \overline{1, M_h};$$

$B_t^{(l)}$ – прогнозований попит на продукцію l -го типу в t -му році;

$A_t^{(l)}$ – виробнича потужність по l -му типу продукції в t -му році;

M_h – кількість варіантів виконання робіт на етапі h , $h = \overline{1, H}$;

h – номер етапу виконання робіт;

H – кількість етапів в проекті;

x_{hj} – булева змінна, що дорівнює одиниці, якщо здійснюється j -й варіант виконання робіт на h -му етапі, та дорівнює нулю в іншому випадку;

E_{hj} – залишкова вартість основних фондів, що вибувають, при здійсненні на h -му етапі j -го варіанту виконання робіт за проектом;

U_t – поточні витрати на фазі експлуатації або споживання продуктів проекту;

$$U_t = \phi_c(G, x_{hj}), t = \overline{1, T};$$

w_{hj} – вартість виконання робіт j -го варіанту сітьової моделі на h -му етапі;

G – сітьова модель робіт проекту, що включає альтернативні варіанти їх виконання, $G = \{A, Z, \tau, W\}$;

A – множина вузлів сіті,

$$A = \{a_{hi^j}\}, h = \overline{1, H}, j = \overline{1, M_h}, i = \overline{1, n_j},$$

де a_{hi^j} – i -та робота, що здійснюється на h -му етапі в j -му варіанті (альтернативі) сітьової моделі;

n_j – кількість робіт в j -му варіанті сітьової моделі;

Z – множина направлених дуг,

$$Z = \{z_{hi^j, pm^u}\}, i = \overline{1, n_j}, m = \overline{1, n_u}, h, p = \overline{1, H}, j = \overline{1, M_h}, u = \overline{1, M_p},$$

де z_{hi^j, pm^u} – дуга, що виходить з вузла i на етапі h альтернативного варіанту j та входить у вузол m на етапі p альтернативного варіанту u ; $i \neq m$ при $p = h$; $p \geq h$;

τ – множина термінів виконання робіт у вузлах,

$$\tau = \{\tau_{hi^j}\}, i = \overline{1, n_j}, h = \overline{1, H}, j = \overline{1, M_h},$$

де τ_{hi^j} – термін виконання i -ї роботи на h -му етапі для j -го варіанту виконання робіт;

W – множина вартостей виконання робіт сіті,

$$W = \{w_{hi^j}\}, i = \overline{1, n_j}, h = \overline{1, H}, j = \overline{1, M_h},$$

де w_{hi^j} – вартість виконання i -ї роботи на h -му етапі для j -го варіанту виконання робіт;

$$b_r \text{ – вага } r\text{-го показника якості, } 0 \leq b_r \leq 1, \sum_{r=1}^{R_h} b_r = 1;$$

ψ_{hjr}^{norm} – нормоване значення r -го показника якості продукту, який отримується після здійснення j -го варіанту виконання робіт на h -му етапі проекту, $r = \overline{1, R_h}$,

$$\psi_{hjr}^{norm} = \frac{\psi_{\max, r} - \psi_{hjr}}{\psi_{\max, r} - \psi_{\min, r}}, \forall r \in I_{h1};$$

$$\psi_{hjr}^{norm} = \frac{\psi_{hjr} - \psi_{\min, r}}{\psi_{\max, r} - \psi_{\min, r}}, \forall r \in I_{h2};$$

ψ_{hjr} – значення показника якості r для j -го альтернативного варіанту виконання робіт по проекту або їх комплексів на етапі h . Показник якості може бути виражений в натуральних величинах або у вигляді оцінок експертів в балах;

$\psi_{\min, r}$ – мінімально можливе значення r -го показника якості;

$\psi_{\max, r}$ – максимально можливе значення r -го показника якості;

R_h – кількість показників якості продукту в результаті виконання етапу h ;

I_{h1} – множина номерів показників якості що максимізуються на етапі h ;

I_{h2} – множина номерів показників якості що мінімізуються на етапі h ;

P_{hji} – ймовірність настання i -ї ризикової події при здійсненні j -го варіанту сітьової моделі на h -му етапі проекту, $i = \overline{1, I}$;

V_{hji} – негативні наслідки від настання i -ї ризикової події при здійсненні j -го варіанту сітьової моделі на h -му етапі проекту, $i = \overline{1, I}$;

S_h – залишок грошових коштів після виконання робіт на h -му етапі;

K_h – обсяг коштів, що виділяються на h -му етапі.

Значення цільової функції (1) відображає прибуток підприємства до оподаткування за всі роки життєвого циклу продуктів, що включає фази планування, інвестиційну (здійснення проекту) і фазу експлуатації або споживання продуктів проекту.

Значення цільової функції (2) являє собою час виконання інвестиційної фази проекту, який розраховується за допомогою методу критичного шляху або іншого методу в сітьовій моделі $G = \{ A, Z, \tau, W \}$.

Значення цільової функції (3) дорівнює одноразовим витратам на здійснення проекту.

Значення цільової функції (4) являє собою значення узагальненого показника якості продукту проекту.

Значення цільової функції (5) є оцінкою ризиків, пов'язаних з реалізацією проекту.

Обмеження (6) припускає, що при здійсненні проекту не повинно бути фінансових заборгованостей після завершення кожного етапу.

Обмеження (7) означає, що час виконання інвестиційної фази проекту має бути не більше значення T^{def} , яке заздалегідь зазначено замовником.

Вираз (8) визначає обмеження, згідно з яким якість продукту в результаті виконання h -го етапу має задовольняти заданому граничному значенню r -го

показника якості Q_{hr}^{def} . Для кожного h -го етапу виконання робіт проекту або їх комплексів, $h = \overline{1, H}$, задаються вимоги до значення r -го показника якості продукту етапу, де $r = \overline{1, R_h}$.

Вираз (9) характеризує обмеження, згідно з яким на кожному етапі h можна здійснити не більше одного варіанта виконання робіт.

У моделі (1) - (10) можуть бути й інші обмеження, наприклад на витрачання деяких ресурсів, у тому числі кадрів, устаткування, сировини, матеріалів, комплектуючих, на послідовність здійснення варіантів виконання робіт.

Запропонована модель є п'ятикритеріальною, динамічною, з булевими змінними, з алгоритмічними та аналітичними цільовими функціями, з алгоритмічними та аналітичними обмеженнями.

Для вирішення задачі (1) - (10) запропоновано метод багатокритеріальної оптимізації змісту проекту по прибутку, часу, вартості, якості та ризикам, пов'язаним з його виконанням, при наявності обмежень та заданих альтернативних варіантів виконання робіт або їх комплексів, представлених у вигляді сітьових моделей. Метод засновано на використанні узагальненого критерію в поєднанні з методом неявного перебору. Він призначений для вирішення завдань в умовах, коли будь-яка робота наступного етапу в проекті не може бути розпочата, поки не будуть закінчені всі роботи попереднього етапу.

У методі оптимізації змісту проекту за багатьма критеріями використовується значення прибутку підприємства до оподаткування за всі роки життєвого циклу продуктів проекту F_1 , яке отримують в результаті оптимізації змісту проекту тільки за критерієм прибутку, тобто результат рішення завдання (1, 6, 9, 10). Також використовуються аналогічні значення часу F_2 , вартості F_3 , якості F_4 та ризиків F_5 , отриманих в результаті рішення однокритеріальних задач оптимізації змісту проекту за критеріями: час, вартість, якість, ризику, відповідно, з врахуванням обмежень.

Узагальнена цільова функція для задачі (1)-(10) має вигляд:

$$\lambda_1 \frac{F_1}{P'} + \lambda_2 \frac{T_{pr}}{F_2} + \lambda_3 \frac{F}{F_3} + \lambda_4 \frac{Q}{F_4} + \lambda_5 \frac{R_{neg}}{F_5} = f \rightarrow \min_{x_{hj}}$$

де $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5$ – вагові коефіцієнти цільових функцій; $\sum_{i=1}^5 \lambda_i = 1$; $1 \geq \lambda_i \geq 0$; $i = \overline{1, 5}$.

Сутність методу полягає в тому, що для етапів проекту з першого до поточного h знаходять частковий розв'язок задачі, перевіряють його допустимість. Обчислюють нижню межу f для узагальненої цільової функції. Для цього для часткового розв'язку знаходять значення прибутку, оцінюють нижню межу для витрат, які можуть бути здійснені в результаті всіх етапів, що залишилися, тобто від $h+1$ до H включно. Знаходять оцінку π верхньої межі для прибутку, який може бути отриманий на етапах від 1-го до H -го включно. Знаходять нижні межі для цільових функцій: час f^2 , вартість f^3 , якість f^4 , ризику f^5 .

Обчислюють нормовані значення цільових функцій $f_{norm}^1 = \frac{F^1}{\pi}$,

$$f_{norm}^2 = \frac{f^2}{F_2}, f_{norm}^3 = \frac{f^3}{F_3}, f_{norm}^4 = \frac{f^4}{F_4} \text{ і } f_{norm}^5 = \frac{f^5}{F_5}.$$

Нижня межа для узагальненої цільової функції дорівнює $f = \lambda_1 f_{norm}^1 + \lambda_2 f_{norm}^2 + \dots + \lambda_5 f_{norm}^5$. Значення нижньої межі порівнюють з рекордним значенням. Якщо воно менше рекорду, розглядають наступний етап проекту, у противному разі – розглядають наступний частковий розв’язок для цього етапу. Досягши межі за кількістю етапів і часткових розв’язків, повертаються на попередні етапи.

Доказано, що запропонований спосіб обчислення нижньої межі дійсно дає нижню межу для узагальненої цільової функції задачі.

Основні результати розділу опубліковано в роботах [1, 2, 3, 4, 7, 8].

У третьому розділі описано математичну модель задачі багатокритеріальної оптимізації змісту проекту в нечіткій постановці.

Для опису невизначених вихідних даних застосовані нечіткі числа $(L-R)$ типу. Функція приналежності нечіткого числа $(L-R)$ типу задається функціями L та R , які визначають як довільні не зростаючі на множині невід’ємних дійсних чисел функції.

Нечітким числом $(L-R)$ типу називають нечітку величину $C = \{x, \mu_c(x)\}$, в якій функція приналежності $\mu_c(x)$ має вид:

$$\mu_c(x) = \begin{cases} L(\frac{a-x}{\alpha}), & x \leq a; \\ R(\frac{x-a}{\beta}), & x > a; \end{cases} \quad \alpha > 0, \beta > 0.$$

Параметр a називають модою або модальним значенням нечіткого числа, а параметри α та β називають, відповідно, лівим та правим коефіцієнтами нечіткості.

Надалі в роботі використовуються трикутні нечіткі числа, які є окремим випадком нечітких чисел $(L-R)$ типу.

Припустимо, що $C_t^{(l)}$ – вартість продукції l -го типу у t -му році представлена нечітким числом $(L-R)$ типу

$$C_t^{(l)} = \left\langle c_t^{(l)}, \alpha_{c_t^{(l)}}, \beta_{c_t^{(l)}} \right\rangle.$$

Об’єм продажів продукції l -го типу у t -му році $D_t^{(l)}$ представлено нечітким числом $(L-R)$ типу

$$D_t^{(l)} = \left\langle d_t^{(l)}, \alpha_{d_t^{(l)}}, \beta_{d_t^{(l)}} \right\rangle.$$

Прогнозований попит на продукцію l -го типу у t -му році також задається нечітким числом $(L-R)$ типу

$$B_t^{(l)} = \left\langle b_t^{(l)}, \alpha_{b_t^{(l)}}, \beta_{b_t^{(l)}} \right\rangle.$$

Залишкова вартість вибуваючих основних фондів при здійсненні на h -му етапі j -го варіанту виконання робіт по проекту як нечітке число $(L - R)$ типу має вигляд

$$E_{hj} = \langle e_{hj}, \alpha_{e_{hj}}, \beta_{e_{hj}} \rangle.$$

Показник якості r для j -го альтернативного варіанту виконання робіт по проекту або їх комплексів на етапі h при його нечіткому задаванні може бути представлений у наступному вигляді

$$\Psi_{hjr} = \langle \psi_{hjr}, \alpha_{\psi_{hjr}}, \beta_{\psi_{hjr}} \rangle.$$

Негативні наслідки від настання i -ї ризикової події при здійсненні j -го варіанту сіткової моделі на h -му етапі проекту зручно представляти у вигляді наступного нечіткого числа

$$V_{hji} = \langle v_{hji}, \alpha_{v_{hji}}, \beta_{v_{hji}} \rangle.$$

I , нарешті, об'єм грошових коштів, що виділяються на h -му етапі, також є нечіткою величиною, яка може бути представлена нечітким числом $(L - R)$ типу

$$K_h = \langle k_h, \alpha_{k_h}, \beta_{k_h} \rangle.$$

Математична модель задачі оптимізації змісту проекту (1) - (10) в нечіткій постановці матиме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} & \left\langle \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^L c_t^{(l)} d_t^{(l)} - \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj} + \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} e_{hj} x_{hj} - \sum_{t=1}^T U_t, \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^L \left(c_t^{(l)} * \alpha_{d_t^{(l)}} + d_t^{(l)} * \alpha_{c_t^{(l)}} \right) + \right. \\ & \left. + \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \alpha_{e_{hj}} x_{hj}, \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^L \left(c_t^{(l)} * \beta_{d_t^{(l)}} + d_t^{(l)} * \beta_{c_t^{(l)}} \right) + \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \beta_{e_{hj}} x_{hj} \right\rangle = P' \rightarrow \max_{x_{hj}}; \end{aligned} \quad (11)$$

$$T_{pr} = \phi(G, x_{hj}) \rightarrow \min_{x_{hj}}; \quad (12)$$

$$\sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj} = F \rightarrow \min_{x_{hj}}; \quad (13)$$

$$\left\langle \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \sum_{r=1}^{R_h} b_r \Psi_{hjr}^{norm} x_{hj}, \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \sum_{r=1}^{R_h} b_r \alpha_{\psi_{hjr}^{norm}} x_{hj}, \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \sum_{r=1}^{R_h} b_r \beta_{\psi_{hjr}^{norm}} x_{hj} \right\rangle = Q \rightarrow \min_{x_{hj}}; \quad (14)$$

$$\left\langle \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \sum_{i=1}^I P_{hji} v_{hji} x_{hj}, \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \sum_{i=1}^I P_{hji} \alpha_{v_{hji}} x_{hj}, \sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} \sum_{i=1}^I P_{hji} \beta_{v_{hji}} x_{hj} \right\rangle = R_{neg} \rightarrow \min_{x_{hj}}; \quad (15)$$

$$S_h = \left\langle S_{h-1} + k_h - \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj}, \alpha_{k_h}, \beta_{k_h} \right\rangle; S_h \geq 0; h = \overline{1, H}; \quad (16)$$

$$T_{pr} \leq T^{def}, T_{pr} = \varphi(G, x_{hj}), j = \overline{1, M_h}, h = \overline{1, H}; \quad (17)$$

$$\left\langle \Psi_{hjr} x_{hj}, \alpha_{\Psi_{hjr}} x_{hj}, \beta_{\Psi_{hjr}} x_{hj} \right\rangle \leq Q_{hr}^{def}, j = \overline{1, M_h}, h = \overline{1, H}, r = \overline{1, R_h}; \quad (18)$$

$$\sum_{j=1}^{M_h} x_{hj} = 1, h = \overline{1, H}; \quad (19)$$

$$x_{hj} \in \{0,1\}, j = \overline{1, M_h}, h = \overline{1, H}; \quad (20)$$

$$\text{где } \left\langle d_t^{(l)}, \alpha_{d_t^{(l)}}, \beta_{d_t^{(l)}} \right\rangle = \begin{cases} A_t^{(l)}, \text{если } A_t^{(l)} \leq \left\langle b_t^{(l)}, \alpha_{b_t^{(l)}}, \beta_{b_t^{(l)}} \right\rangle; \\ \left\langle b_t^{(l)}, \alpha_{b_t^{(l)}}, \beta_{b_t^{(l)}} \right\rangle, \text{если } A_t^{(l)} > \left\langle b_t^{(l)}, \alpha_{b_t^{(l)}}, \beta_{b_t^{(l)}} \right\rangle; \end{cases}$$

$$A_t^{(l)} = \varphi_A(G, x_{hj}), t = \overline{1, T}, x_{hj} \in \{0,1\}, h = \overline{1, H}, j = \overline{1, M_h};$$

Всі змінні зберегли наведений вище зміст.

Час виконання i -ї роботи на h -му етапі для j -го варіанту здійснення робіт τ_{hi}^j

представлено детерміновано. В іншому випадку для визначення часу виконання всіх робіт по проекту необхідно застосовувати метод критичного шляху або його аналог в нечіткій постановці.

В якості детермінованої величини ми приймаємо і вартість виконання i -ї роботи на h -му етапі для j -го варіанту виконання робіт.

Цільові функції (11), (12) та обмеження (17) є алгоритмічними, інші цільові функції та обмеження – аналітичні.

У моделі (11) - (20) можуть бути й інші обмеження, наприклад на витрачання деяких ресурсів, у тому числі кадрів, устаткування, сировини, матеріалів, комплектуючих, на послідовність здійснення варіантів виконання робіт.

Запропонована модель є багатокритеріальною, динамічною, з булевими змінними, з алгоритмічними та аналітичними цільовими функціями та обмеженнями.

Перейдемо до розгляду методу рішення задачі.

Даний метод спирається на результати вирішення однокритеріальних задач оптимізації змісту проекту за критеріями прибутку, час, вартість, якість, ризики в нечіткій постановці з врахуванням обмежень.

Оптимальне значення для цільової функції першої задачі дорівнює $F_1 = \left\langle f_1, \alpha_{f_1}, \beta_{f_1} \right\rangle$, для другої F_2 , третьої F_3 , четвертої $F_4 = \left\langle \tilde{F}_4, \alpha_{\tilde{F}_4}, \beta_{\tilde{F}_4} \right\rangle$, п'ятої $F_5 = \left\langle \tilde{F}_5, \alpha_{\tilde{F}_5}, \beta_{\tilde{F}_5} \right\rangle$.

Починаючи з першого етапу проекту до поточного h -го етапу визначають частковий розв'язок задачі багатокритеріальної оптимізації і перевіряють його на допустимість. З допомогою ряду наступних дій для узагальненої цільової функції оцінюють нижню межу f .

Для часткового розв'язку обчислюють значення прибутку, оцінюють нижню межу для витрат для всіх наступних етапів до H включно, і далі – оцінку π верхньої межі для прибутку на всіх етапах проекту від 1-го до H -го у нечіткій постановці.

Для цільових функцій час, вартість, якість та ризику оцінюють нижні межі, які позначено f^2, f^3, f^4, f^5 відповідно, при чому f^4 і f^5 – у нечіткій постановці.

Обчислюють нормовані значення $f_{norm}^1 = \frac{F_1}{\pi} = \frac{\langle f_1, \alpha_{f_1}, \beta_{f_1} \rangle}{\langle \pi, \alpha_\pi, \beta_\pi \rangle} = \langle f_{norm}^1, \alpha_{f_{norm}^1}, \beta_{f_{norm}^1} \rangle$,

$$f_{norm}^2 = \frac{f^2}{F_2}, f_{norm}^3 = \frac{f^3}{F_3}, f_{norm}^4 = \frac{f^4}{F_4} = \frac{\langle \tilde{f}^4, \alpha_{\tilde{f}^4}, \beta_{\tilde{f}^4} \rangle}{\langle \tilde{F}_4, \alpha_{\tilde{F}_4}, \beta_{\tilde{F}_4} \rangle} = \langle \tilde{f}_{norm}^4, \alpha_{\tilde{f}_{norm}^4}, \beta_{\tilde{f}_{norm}^4} \rangle \text{ і}$$

$$f_{norm}^5 = \frac{f^5}{F_5} = \frac{\langle \tilde{f}^5, \alpha_{\tilde{f}^5}, \beta_{\tilde{f}^5} \rangle}{\langle \tilde{F}_5, \alpha_{\tilde{F}_5}, \beta_{\tilde{F}_5} \rangle} = \langle \tilde{f}_{norm}^5, \alpha_{\tilde{f}_{norm}^5}, \beta_{\tilde{f}_{norm}^5} \rangle.$$

Оцінка нижньої межі для узагальненої цільової функції обчислюється так

$f = \lambda_1 f_{norm}^1 + \lambda_2 f_{norm}^2 + \dots + \lambda_5 f_{norm}^5$, де $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5$ – вагові коефіцієнти цільових функцій;
 $\sum_{i=1}^5 \lambda_i = 1; 1 \geq \lambda_i \geq 0; i = \overline{1,5}$. Значення нижньої межі порівнюють з рекордним

значенням. Якщо воно менше рекорду, розглядають наступний етап проекту, у противному разі – розглядають наступний частковий розв'язок для цього етапу. Досягши межі за кількістю етапів і часткових розв'язків, повертаються на попередні етапи.

Основні результати розділу опубліковано в роботах [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8].

У четвертому розділі розроблено комп'ютерну програму для розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації змісту проекту.

На основі запропонованих моделі та методу оптимізації змісту проекту за критеріями: прибуток, час, вартість, якість та ризику створено комп'ютерну програму «PTCQR Project Scope Optimization», яку написано в середовищі Microsoft Visual Studio 2010 на мові C#.

Розв'язано тестову задачу багатокритеріальної оптимізації змісту проекту, що її було створено для перевірки правильності роботи комп'ютерної програми.

Результати отримані за допомогою традиційних методів розрахунку та за допомогою комп'ютерної програми співпали, що свідчить про її роботоспроможність.

Було обгрунтовано використання багатокритеріальної оптимізації при управлінні проектом.

Було вирішено задачу оптимізації змісту проекту організації ділянки з нанесення іонно-плазмового покриття за п'ятьма критеріями та при нечітких вихідних даних для Державного підприємства Харківський машинобудівний завод «ФЕД» (ДП ХМЗ «ФЕД»). Покриття проводиться з метою підвищення стійкості ріжучого інструменту.

Зміст проекту передбачає наступні основні етапи робіт:

- розробка технологічного процесу виробництва;
- організація виробничих площ;
- модернізація (закупівля технологічного обладнання).

Сітьову модель першого етапу представлено на рисунку 1.

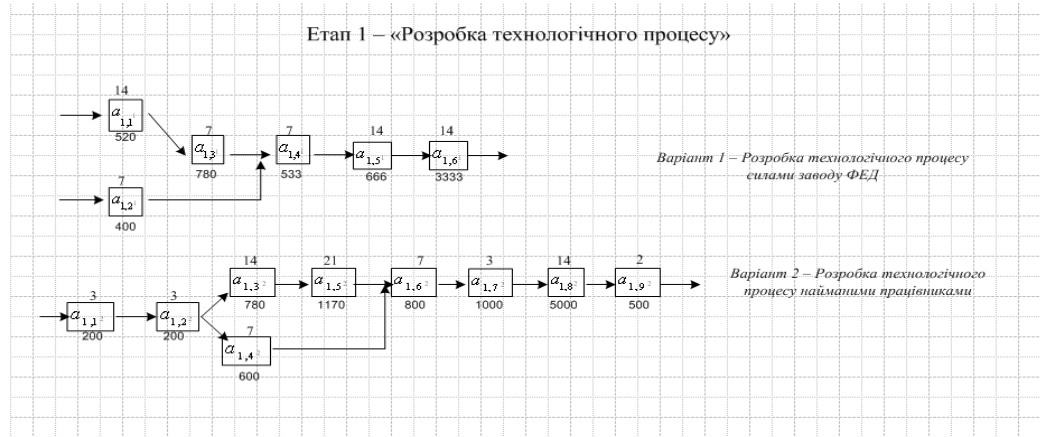


Рисунок 1 – Сітьова модель 1-го етапу проекту

Далі було здійснено багатокритеріальну оптимізацію за п'ятьма критеріями: прибуток, час, вартість, якість та ризики з врахуванням обмежень при чітких і нечітких вихідних даних. Оскільки запропонований метод використовує як вихідні дані результати розв'язання однокритеріальних задач, попередньо було вирішено задачі оптимізації окремо прибутку, часу, вартості, якості та ризиків з врахуванням обмежень.

В результаті оптимізації змісту проекту за допомогою комп'ютерної програми «PTCQR Project Scope Optimization» було знайдено оптимальну комбінацію альтернатив виконання робіт проекту.

В результаті:

- вартість проекту складає 357,71 тис. грн.;
- час виконання проекту складає 250 днів;
- оптимальна комбінація альтернатив (1,1,1);
- прибуток проекту за 5 років складає $\langle a = 221,625; \alpha = 192,19; \beta = 402,527 \rangle$ тис.

грн.;

- значення цільової функції по якості складає $\langle a = 17; \alpha = 4,5; \beta = 2,2 \rangle$;

- значення цільової функції, що відбиває ризики складає $\langle a = 0,44; \alpha = 0,051; \beta = 0,078 \rangle$;

- значення узагальненої цільової функції задачі складає $\langle a = 0,4152; \alpha = 1,46531; \beta = 1,73816 \rangle$.

Вікно виводу результатів оптимізації при нечітких вихідних даних представлено на рис. 2.

Результаты оптимизации

Оптимальное решение

Данные о проекте

Название:

Ионно-плазменное нанесение покрытия

Срок выполнения:

250 дн.

Прибыль:

221,625 {A=192,19 B=402,572} тыс.грн.

Риски:

0,44 {A=0,051 B=0,078}

Стоимость:

357,71 тыс.грн.

Качество:

17 {A=4,5 B=2,2}

Значение целевой функции:

0,4152 {A=1,46531 B=1,73816}

Результующая таблица

№	Название этапа	Альтернатива	Стоимость	Длительность	Качество	Риски: последствия(вероятность)
1	Разработка технологического процесса	Выполнение работ силами завода	6,31	73	Качество работы проектировщиков: 7 {A=2 B=1}	Срыв сроков: 0,2 {A=0,05 B=0,05}(0,3) Повышение стоимости: 0,2 {A=0,03 B=0,06}(0,2)
2	Организация производственных площадей	Ремонт старого помещения сотрудниками завода	231,4	80	Пригодность помещения для планируемого оборудования и технологического процесса: 7	Срыв сроков: 0,2 {A=0,02 B=0,06}(0,3) Разрушения: 0,4 {A=0,03 B=0,06}(0,1)

Промежуточное решение

Данные о проекте

Срок выполнения:

266 дн.

Прибыль:

366,525 {A=192,19 B=402,572} тыс.грн.

Риски:

0,36 {A=0,0325 B=0,0545}

Стоимость:

542,55 тыс.грн.

Качество:

16 {A=3,3 B=3,3}

Значение целевой функции:

0,5725 {A=1,77328 B=1,84198}

Результующая таблица

№	Название этапа	Альтернатива	Стоимость	Длительность	Качество	Риски: последствия(вероятность)
1	Разработка технологического процесса	Выполнение работ наемными силами	10,25	81	Качество работы проектировщиков: 6 {A=1 B=2}	Срыв сроков: 0,2 {A=0,05 B=0,05}(0,3) Повышение стоимости: 0,4 {A=0,03 B=0,05}(0,05)
2	Организация производственных площадей	Ремонт старого помещения сотрудниками завода	231,4	80	Пригодность помещения для планируемого оборудования и технологического процесса: 7 {A=2 B=1}	Срыв сроков: 0,2 {A=0,02 B=0,06}(0,3) Разрушения: 0,4 {A=0,03 B=0,06}(0,1) Увеличение стоимости: 0,3

Сохранить

Рисунок 2 – Вікно виводу результатів оптимізації при нечітких вихідних даних

Порівняння показників проекту оптимального за змістом і допустимого при нечітких вихідних даних, наведені на рис. 2, свідчать про те, що в результаті оптимізації змісту проекту за п'ятьма критеріями вдалося істотно зменшити вартість проекту, зменшити час на його здійснення, збільшити якість продукту проекту. Допустимий проект характеризується більшим прибутком в результаті його реалізації і меншими ризиками (рис. 2). Можна зробити висновок що витративши істотно більше коштів можна отримати більший прибуток і знизити ризики проекту. Однак менша вартість проекту часто є визначальним фактором, оскільки пов'язана з доступними фінансовими ресурсами. Слід зазначити що значення узагальненої цільової функції для оптимального рішення істотно менше, ніж для допустимого.

Досягнуто ціль роботи, яка полягала в покращенні показників проектів.

Отримані результати дослідження впроваджені в проектну діяльність на підприємстві ДП ХМЗ «ФЕД» та в навчальний процес у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут».

Основні результати розділу опубліковано в роботах [4, 5, 6, 7, 9, 10].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-прикладне завдання створення моделей і методів оптимізації змісту проектів за критеріями прибуток, час, вартість, якість, ризики при наявності альтернативних варіантів виконання робіт або їх комплексів, при чітких і нечітких вихідних даних. Вирішення цього завдання дозволило запропонувати моделі, методи, комп'ютерну програму оптимізації змісту проектів з погляду прибутку, часу, вартості, якості, ризику при чітких та нечітких вихідних даних за наявності обмежень. Розв'язання цієї задачі має істотне значення для покращення показників проекту.

Достовірність та обґрунтованість результатів дослідження підтверджена розв'язанням тестової задачі і впровадженням результатів у проектну діяльність ДП ХМЗ «ФЕД» і в навчальний процес у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут».

Основні результати дослідження:

1. Аналіз існуючих методологій управління проектами і програмами, стандартів і робіт у цій сфері показав, що існуючі моделі та методи оптимізації

змісту проекту обмежуються в основному розгляданням тільки часу та вартості проекту, а також якості продукту проекту.

2. Відомі моделі й методи оптимізації робіт за проектами, а також розроблені на їх основі програмні засоби не дозволяють розв'язувати задачі в багатокритеріальній постановці із заданими альтернативними варіантами виконання комплексів робіт або етапів проекту з урахуванням обмежень.

3. Розроблено математичну модель розв'язання задачі, яка містить п'ять цільових функцій, що підлягають мінімізації. Зазначена задача належить до динамічних задач дискретної оптимізації з булевими змінними, які містять алгоритмічні та аналітичні цільові функції й алгоритмічні та аналітичні обмеження.

4. Запропоновано метод багатокритеріальної оптимізації змісту проекту при чітких вихідних даних, який на відміну від існуючих методів враховує алгоритмічну цільову функцію прибутку, та аналітичні функції якості та ризику, що дозволяє краще задовольняти потреби стейкхолдерів до проекту.

5. Вперше розроблено математичну модель оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризику, яка на відміну від існуючих моделей містить нечіткі параметри як в цільових функціях, так і в обмеженнях, що дозволяє підвищити адекватність моделі в умовах невизначеності середовища. Зазначена модель є багатокритеріальною, динамічною, з булевими змінними, з алгоритмічними та аналітичними цільовими функціями, з алгоритмічними та аналітичними обмеженнями.

6. Розроблено метод оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризику, при наявності обмежень, який, на відміну від існуючих методів, використовує вихідні дані, представлені у вигляді нечітких чисел, що дозволяє враховувати невизначеність середовища та розширює можливості застосування методів управління змістом проектів.

7. Створено новий процес багатокритеріальної оптимізації змісту проекту при чітких і нечітких вихідних даних для використання при управлінні проектами.

8. Розроблено комп'ютерну програму «PTCQR Project Scope Optimization», у якій реалізовано метод оптимізації змісту проекту за прибутком, часом, вартістю, якістю та ризиками його виконання при наявності обмежень. Програма написана в середовищі Microsoft Visual Studio 2010 на мові C#.

9. Розв'язано тестову задачу багатокритеріальної оптимізації змісту проекту, що доводить правильність роботи комп'ютерної програми.

10. Розроблену комп'ютерну програму «PTCQR Project Scope Optimization» застосовано для визначення оптимального змісту проекту з організації ділянки з нанесення іонно-плазмового покриття для Державного підприємства Харківський машинобудівний завод «ФЕД» за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризику з урахуванням обмежень при нечітких вихідних даних. Знайдено оптимальну комбінацію з альтернативних варіантів виконання робіт проекту.

11. Отримані результати дослідження впроваджено в проектну діяльність на підприємстві ДП ХМЗ «ФЕД» та в навчальний процес у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Колесник, М.Э. Методика минимизации риска в процессе оптимизации содержания проекта [Текст] / М.Э. Колесник // Вестн. Нац. тех. Ун-та «ХПИ»: сб.науч. раб. – №40. – Х., 2011. – С. 35-39.
2. Кононенко И.В. Оптимизация содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски [Текст] / И.В. Кононенко, М.Э. Колесник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №1/10 (55). – С. 13-15.
3. Кононенко, И.В. Модель и метод максимизации прибыли в процессе оптимизации содержания проекта [Текст] / И.В. Кононенко, М.Э. Колесник // Высокие технологии в машиностроении: сб. науч. раб. – Вып. 1 (22). – Х., 2012. – С. 139-144.
4. Кононенко, И.В. Разработка модели и метода многокритериальной оптимизации содержания проекта [Текст] / И.В. Кононенко, М.Э. Колесник // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ». – Вып. 56. – Х., 2012. – С.132-142.
5. Кононенко, І.В. Розробка та застосування програмного забезпечення для багатокритеріальної оптимізації змісту проекту [Текст] / І.В. Кононенко, М.Е. Колісник // Пожежна безпека: зб. наук. праць ЛДУ БЖД. – №6. – Львів, 2012. – С. 67-76.
6. Кононенко, И.В. Модель и метод многокритериальной оптимизации содержания проекта при нечетких исходных данных [Текст] / И.В. Кононенко, М.Э. Колесник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №1/10 (61). – С. 9-13.
7. Kononenko, I. Project scope optimization model and method on criteria profit, time, cost, quality, risk [Text] / Igor V. Kononenko, Valeriy A.Fadeyev, Mariia E.Kolisnyk // 26th IPMA World Congress Proceedings. – Conference Centre Creta Maris, Hersonissos, Crete, Grece, 2012. – pp. 286-292.
8. Кононенко, И.В. Математическое обеспечение оптимизации содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски [Текст] / И.В. Кононенко, М.Э. Колесник // Управління проектами у розвитку суспільства: Тези доповідей IX Міжнародної конференції. – Киев, 2012. – С. 105-106.
9. Кононенко, И.В. Разработка и применение программного обеспечения для оптимизации содержания проектов по критериям прибыль, время, стоимость, качество и риски [Текст] / И.В. Кононенко, М.Э. Колесник // Управління проектами: стан та перспективи: тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв, 2012. – С. 94-95.
10. Кононенко, И.В. Модели и методы многокритериальной оптимизации содержания проекта при четких и нечетких исходных данных [Текст] / И.В. Кононенко, М.Э. Колесник // Управління проектами: стан та перспективи: тези доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв, 2013. – С.153-155.

АНОТАЦІЯ

Колісник М.Е. Модель і метод оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, час, вартість, якість, ризики. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – управління проектами та програмами. – Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, 2013 р.

У дисертації вирішено актуальне науково-прикладне завдання створення моделей і методів оптимізації змісту проектів за критеріями прибуток, час, вартість, якість, ризики при наявності альтернативних варіантів виконання робіт або їх комплексів, при чітких і нечітких вихідних даних.

Запропоновано математичні моделі і методи оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, час, вартість, якість та ризики при чітких та нечітких вихідних даних, за наявності обмежень і заданих альтернативних варіантів виконання робіт, представлених у вигляді сітьових моделей. Розроблено комп'ютерну програму «PTCQR Project Scope Optimization», яка реалізує запропоновані методи.

Результати роботи використано для розв'язання практичної задачі визначення змісту проекту зі створення ділянки з нанесення іонно-плазмового покриття.

Ключові слова: зміст проекту, модель, метод, оптимізація, прибуток, час, вартість, якість, ризики, комп'ютерна програма.

АННОТАЦИЯ

Колесник М.Э. Модель и метод оптимизации содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.22 – управление проектами и программами. – Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, 2013 г.

В диссертации решена актуальная научно-прикладная задача создания моделей и методов оптимизации содержания проектов по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски при наличии альтернативных вариантов выполнения работ или их комплексов, при четких и нечетких исходных данных.

Разработана математическая модель многокритериальной оптимизации содержания проекта, которая в отличие от существующих моделей учитывает целевые функции прибыль, качество и риски и позволяет решать задачу поиска компромиссного варианта состава работ проекта.

Предложен метод многокритериальной оптимизации содержания проекта, который в отличие от существующих методов учитывает алгоритмическую целевую функцию прибыль, и аналитические целевые функции качество и риски, что позволяет лучше удовлетворять требования стейкхолдеров к проекту.

Предложена математическая модель оптимизации содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски путем ввода нечетких

параметров в целевые функции и в ограничения, что позволяет повысить адекватность модели в условиях неопределенности среды.

Разработан метод оптимизации содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество и риски, при наличии ограничений, который, в отличие от существующих методов, использует исходные данные, представленные в виде нечетких чисел, что позволяет учитывать неопределенность среды.

Разработана компьютерная программа «PTCQR Project Scope Optimization» для решения поставленной задачи, в которой реализованы модель и метод оптимизации содержания проекта по прибыли, времени, стоимости, качеству и рискам его выполнения при наличии ограничений и при нечетких исходных данных.

Решена тестовая задача многокритериальной оптимизации содержания проекта, доказывающая правильность работы программного обеспечения.

Разработанные модели, методы, программные средства применены для решения практической задачи определения содержания проекта по созданию участка по нанесению ионно-плазменного покрытия.

Полученные результаты исследования внедрены в проектную деятельность на предприятии ГП ХМЗ «ФЭД» и в учебный процесс в Национальном техническом университете «Харьковский политехнический институт».

Ключевые слова: управление проектами, содержание проекта, оптимизация, прибыль, сроки, стоимость, качество, риски, продукт, планирование.

ABSTRACT

Kolisnyk M.E. Model and method of project scope optimization on criteria profit, time, cost, quality, risk. – Manuscript.

Thesis for a candidate of technical science degree by specialty 05.13.22 – project and program management. – National Aerospace University «Kharkiv aviation institute», Kharkiv, 2013.

The author decided to relevant scientific and practical task of creating models and methods of project scope optimization according to the criteria profits, time, cost, quality and risks of available alternative works or their complexes, with clear and fuzzy output.

Mathematical models and methods project scope optimization related to profit, time, cost, quality and risks in clear and fuzzy output, if set restrictions and alternative embodiments of the works presented in the form of network patterns have been proposed. A computer program «PTCQR Project Scope Optimization», which implements the proposed methods, has been proposed.

The results applied to solve a practical problem of determining the project scope to create areas of application of ion-plasma coating.

Keywords: project scope, model, method , optimization , profit , time, cost, quality, risk , software.

Відповідальний за випуск М. О. Латкін

Підписано до друку

Умов. друк. арк. 1,0 Замовлення №

Наклад 100 прим. Безкоштовно.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр «ХАІ»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu