

УДК 004.413.2

## **ВИКОРИСТАННЯ FUZZY-ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ СТВОРЕННІ ПЛАНУ ПРОЕКТНИХ РОБІТ**

*М.В. Гладка*

*Національний університет харчових технологій*

*Описана проблематика формування плану виконання робіт при впровадженні автоматизованої системи. Успішна реалізація проекту вимагає наявності чіткого плану тривалості кожної з робіт проекту, однак в реальних умовах це виконати досить складно, адже багато залежить не лише від виконавців, а й від великої кількості сторонніх чинників. Таким чином завжди є невизначеність часу тривалості робіт в межах розробки плану проекту. Це призводить до необхідності використання Fuzzy-технологій для вирішення поставлених задач. Дана технологія враховує різні рейтинги (значимість) пріоритетності виконання робіт і, завдяки цьому, є досить ефективною при плануванні.*

***FUZZY-технології, управління проектом, план, роботи, ресурси, метод критичного шляху (МКШ), невизначеність.***

В сучасних умовах управління проектами впровадження інформаційних систем (ІС) все більше відходить від традиційних планів. Використання гнучких технологій реалізації проектів призводить до проблем у визначенні кількості ресурсів, часу, об'єму проекту. Використання FUZZY-технології при розробці плану проектних робіт дозволить ефективно врахувати вплив факторів невизначеності.

При рішенні реальних задач створення плану проектних робіт виникають складності:

– не всі цілі вибору керуючих рішень та умов, що впливають на цей вибір, можуть бути виражені у вигляді кількісних співвідношень. Погано

визначені, нечіткі критерії пріоритетності робіт проекту;

- відсутнє, або являється неприпустимо складним технічне завдання на виконання проектних робіт;

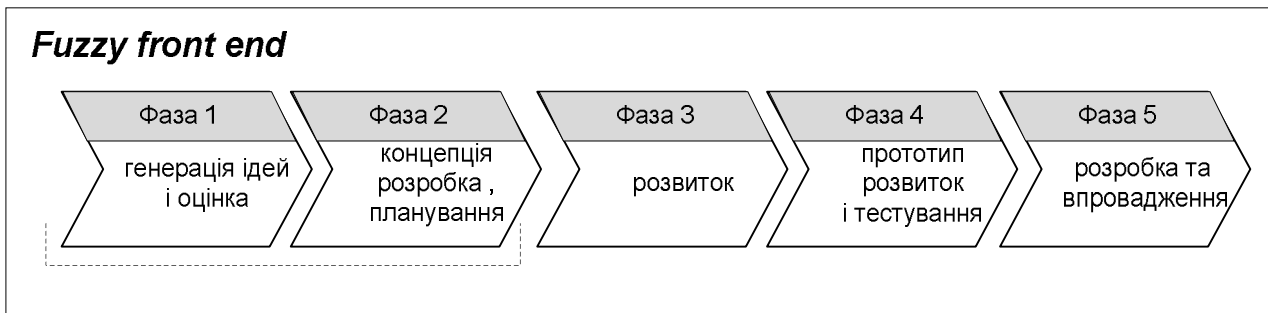
- значна частина інформації, необхідна для математичного опису об'єкту, існує в формі представлень та побажань спеціалістів-експертів по впровадженню автоматизованих систем;

- суб'єктивна оцінка ситуації особою, що приймає рішення на кожному конкретному етапі.

Найбільш прийнятним для вирішення практичної задачі є підхід, що базується на теорії нечітких мір і нечіткого інтегрального обрахунку, який в значній мірі узагальнює відомі підходи до опису невизначеності. Fuzzy-технологія включає в себе концептуальні, організаційні, математичні і інструментальні основи, що дозволить спрогнозувати план реалізації проекту впровадження ІС максимально наближено до дійсних результатів.

**Матеріали і методика досліджень.** Останнім часом дослідники та практики в області інноваційного менеджменту стали приділяти більше уваги так званій «fuzzy front end» – нечітке раннє закінчення розробки продукту, відомий також як фаза «pre-development» – передпроектний розвиток, «pre-project activities» – передпроектні заходи, або «pre-phase 0» – нульова фаза. Менеджери визначили попередній етап створення програмних продуктів, як найбільш слабкий [1]. Адже саме на попередньому етапі визначається як саме буде реалізовано проект, його якість, витрати, ресурси, часові – обмеження. Дослідження в цій сфері наочно демонструють, що зусилля, спрямовані на оптимізацію процесу планування проекту є мінімальними. На противагу цьому вплив на загальну ефективність та результативність всього проекту є досить значним [2]. У відповідності з цим було визначено два фактори які відіграють важливу роль в успіху проекту автоматизації: якість здійснення передпроектної діяльності до запуску проекту, і чітка послідовність етапів виконання проекту.

На рисунку 1 показано спрощене представлення процесу розробки проекту автоматизації, для демонстрації етапу, в якому нечіткий перший процес відіграє важливу роль в реалізації усього проекту.



**Рис. 1. Процес розробки автоматизованої системи (проекту)**

Процес розробки автоматизованої системи починається з генерації ідеї, що походить з фундаментальних досліджень, опитування клієнтів на основі методик і творчих методів [3]. Під час фази I, оцінюється ідея. Це може бути циклічний процес, в якому детально генерується ідея і оцінюється в кілька етапів (найбільшої ефективності на даному етапі можна досягнути висококваліфікованою командою аналітиків, що в дискусії створюють єдину концепцію, бачення, цілі та задачі проекту).

Завданням II фази є розробка більш детальної концепції продукту і початкове планування проекту. Вихід нечіткої першої частини (фази 1 та 2) являє собою докладний бізнес-план, який є підставою для прийняття рішення про виконання проекту. На наступних етапах відбуваються роботи закладені саме на попередніх фазах. Неврахування всіх ризиків на етапі планування можуть негативно вплинути на успіх усього проекту. У процесі розробки ІС на етапі планування має бути зібрана вся необхідна інформація для зменшення ризиків і невизначеностей [3]. Невизначеність визначається як «різниця між сумою інформації, необхідної для виконання роботи, і обсяг інформації, якою вже володіє організація». Чим більше ризик або невизначеність може бути зменшена на попередній фазі проекту, тим менше відхилень від запланованих

специфікацій (результатів) буде на наступних етапах реалізації проекту і, отже, вища якість усієї системи.

**Реалізація.** При створенні плану проектних робіт велика відповідальність покладається на керівника проекту, особу, що приймає управлінські рішення (ОПР). Саме від рішень ОПР залежить успішність реалізації проекту.

Недостатня кількість інформації, що знаходиться в розпорядженні ОПР, призводить до того, що для прийняття рішення йому необхідно користуватись не одним, а цілим рядом показників, які не можуть однозначно зводиться в єдину функцію корисності. Велика кількість робіт призводить до того, що керівник проекту для визначення пріоритетності повинен використовувати складні методи обробки інформації, з якими не в змозі справитись на інтуїтивному рівні.

Окрім того при гнучкій методиці розробки систем автоматизації (зараз більшість систем розробляється саме за такою методикою), де немає однозначних вимог до показників робіт (системи в цілому), виникає необхідність ОПР використання цілого ряду вимог, які досить часто суперечать одна-одній, вимагають одних і тих же ресурсів, мають неявні критерії, тощо. Звичайно ОПР може делегувати частину робіт з планування іншим особам, але високий ступінь делегування обов'язків може призвести до порушень узгодженості дій на самому проекті, в результаті чого ефективність (успішність) впровадження ІС різко знижується.

Для створення плану необхідно вирішити задачу багатокритеріальної оптимізації. В залежності від об'єму проекту (кількості робіт) проблеми багатокритеріального вибору можуть вирішуватись різними методами.

Основною метою управління процесом впровадження автоматизованої системи при використанні Fuzzy-технології являється своєчасне забезпечення необхідними ресурсами всіх робіт проекту, що прийняті до виконання, та контроль за використанням цих ресурсів.

**Результати досліджень.** Нехай в розпорядженні організації є ресурс  $R$ , що необхідний для виконання  $n$  робіт проекту, кожна з яких потребує

призначення ресурсу на кожну  $i$ -ту роботу  $x_i, i = \overline{1, n}$  [4]. Розподіл  $R$  між роботами здійснюється на основі пріоритету заявок:

$$x_i = \left\{ \begin{array}{l} s_i, \text{if } \sum_{j=1}^n s_j \leq R \\ \min[s_i, \gamma \eta_j(s_j)], \text{if } \sum_{j=1}^n s_j > R \end{array} \right\} \quad (1)$$

де  $s_i$  – заявка на отримання ресурсів для  $i$ -тої роботи проекту;

$\eta_i(s_i)$  – монотонна функція пріоритету  $i$ -тої роботи проекту;

**if** – математичний знак «якщо»;

$\gamma$  – параметр, що обирається виходячи з вимог повного використання ресурсу у випадку його дефіциту:

$$\sum_{j=1}^n \min[s_j, \gamma \eta_j(s_j)] = R \quad (2)$$

При управлінні роботами проекту величина  $\eta_i(s_i)$ , як правило, являється функцією що спадає, тобто використовується принцип зворотніх пріоритетів:

$\eta_i(s_i) = A_i / s_i$ , де  $A$  – ефект від реалізації  $i$ -ї роботи проекту. Незважаючи на явні недоліки принципу обернених пріоритетів, його можна використовувати при розподілі ресурсів найрізноманітнішого вигляду (фінанси, персонал, обладнання, матеріали, тощо).

Для побудови метричних відстаней представлення послідовності виконання робіт використаємо метод критичного шляху (МКШ).

Час роботи для кожного виду діяльності (роботи проекту) в нечіткій мережі проекту характеризується як позитивне трапецієподібне нечітке число.

Відповідно до МКШ, найшвидше проходження призводить до нечіткого самого раннього початку та самому ранньому часу закінчення [7].

$$\bar{E}_i = \max_{j \in P(i)} \{\bar{E}_j \oplus \bar{t}_j\} \quad (3)$$

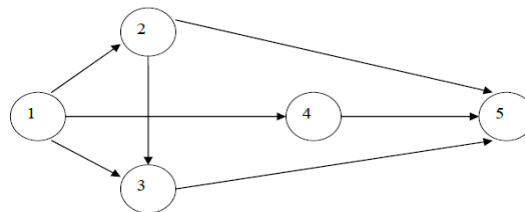
де  $\bar{E}_i$  є невизначеним раннім початком  $\bar{E}_A = (0,0,0)$  у початковій точці  $i = A$ ,  $\bar{t}_j$  – час виконання кожної роботи  $j$  в рамках проекту  $P$ .

Розрахунок зворотнього проходження робіт на проекті виконується для розрахунку нечіткого кінцевого старту з пізнім часом закінчення:

$$\tilde{L}_i = \min_{j \in P(i)} \{\tilde{L}_j \oplus \tilde{t}_j\} \quad (4)$$

де  $\tilde{L}_i$  є невизначеним пізнім часом закінчення робіт проекту.

Використовуючи у поєднанні розрахунок від невизначеного раннього часу початку старту та невизначеного пізнього часу закінчення робіт на проекті, ми можемо представити графічну модель послідовності виконання робіт. На рис.2 показано графічне представлення нечіткої мережі проекту.



**Рис. 2. Графічне представлення нечіткої мережі проекту**

Кожна за робіт обмежена певним набором критерії по виконанню робіт – ресурсів. При використанні формул (3), (4) для розрахунку послідовності виконання робіт ми можемо сформувавши чіткий план виконання робіт на проекті з урахуванням пріоритетів.

Таким чином застосування математичних методів оптимізації у Fuzzy-технології дозволяє виконати прогнозування ходу виконання проектних робіт в залежності від коливань призначень ресурсів (в тому числі і визначення кількості самих ресурсів), переліку робіт, тривалості проекту, тощо.

### **Висновки**

Описаний підхід до рішення аналітичних задач в умовах невизначеності дозволяє використати відповідну технологію – Fuzzy-технологію. Дана технологія включає математичні, програмно-технічні, інформаційні та організаційні методи. Технологія використовується при рішенні широкого кола задач. І саме для створення плану проектних робіт де необхідно виконати

моделювання, оцінку, розподіл, визначення та призначення ресурсів, а також саме управління організаційно-технічними системами при реалізації проекту, використання Fuzzy-технології є досить актуальним та обґрунтовано необхідним.

### **Список літератури**

1. Reducing project related uncertainty in the “fuzzy front end” of innovation – A comparison of German and Japanese product innovation projects. Prof. Dr. Cornelius Herstatt, Dipl.-Ing. Birgit Verworn, Prof. Dr. Akio Nagahira, Januar 2003, Arbeitspapier Nr. 18.

2. X. M. Song, M. Montoya-Weiss: The effect of perceived technological uncertainty on Japanese new product development; Academy of Management Journal Vol. 44 (2001) No. 1: pp. 61–80.

3. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / Бочарников В.П. - Санкт-Петербург: "Наука" РАН, 2001. – 328 с.

4. Бочарников В.П., Свешников С.В. Fuzzy-технология: Основы моделирования и решения экспертно-аналитических задач / Бочарников В.П., Свешников С.В. – К.: Ника-Эльга, 2003. – 293 с.

5. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Модальность и принятие решения в маркетинговых коммуникациях / Бочарников В.П. – К.: Ника-Эльга, 2002. – 221 с.

6. Туккель, И. Л. Управление инновационными проектами: учебник / И. Л. Туккель, А. В. Сурина, Н. Б. Культин / Под ред. И. Л. Туккеля. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.

7. P. Phani Bushan Rao, Fuzzy Critical Path Method Based on Lexicographic Ordering of Fuzzy Numbers / P. Phani Bushan Rao, N. Ravi Shankar, Pak.j.stat.oper.res. Vol.VIII No.1 2012, pp. 139-154.

*Описана проблематика формування плану виконання робіт при впровадженні автоматизованої системи. Успішна реалізація проекту потребує наявності чіткого плану продовжителіності кожної з робіт проекту, однак в реальних умовах це виконати доволі складно, ведь залежить не тільки від виконавців, а й від великого числа зовнішніх факторів. Таким чином, завжди є неопределенність часу продовжителіності робіт в межах розробки плану проекту. Це призводить до необхідності використання Fuzzy-технологій для рішення поставленої задачі. Дана технологія враховує різні рейтинги (значимість) пріоритетності виконання робіт і, завдяки цьому, є достатньо ефективною при плануванні.*

***FUZZY-технологии, управление проектом, план, работы, ресурсы, метод критического пути (МКП), неопределенность.***

*We describe the issues forming the plan works when implementing an automated system. Successful implementation of the project requires a clear plan for the duration of each work project, but in the real world it is difficult to perform, because much depends not only on the performers, but also on a large number of extraneous factors. So there is always the uncertainty of the time duration of work within the development of the project plan. This leads to the need for Fuzzy-technologies for solving problems. This technology allows for various rankings (value) priority works and, thus, is very effective in planning.*

***FUZZY- technology, project management, plan, work, resources, critical path method (CPM), uncertainty.***