

Технологія і організація будівництва

УДК 339.03: 69.003

О.А. Тугай, к.т.н., доцент КНУБіА

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ПІДґРУНТЯ ВРАХУВАННЯ СТОХАСТИЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ВІДМОВ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ.

Викладено зміст запропонованої методології впровадження елементів нечіткої логіки (в т.ч. теорії нечітких мір та fuzzy-технологій) з метою врахування стохастичного характеру будівельного виробництва в процесі розробки, оцінки та вибору раціональних альтернатив моделей організації будівництва. Подано основні розрахунково-аналітичні процедури запропонованого підходу та шляхи її реалізації у програмних продуктах.

Maintenance of the offered methodology of introduction of elements of fuzzy logic (including theories of unclear measures and fuzzy-technologies) is expounded with the purpose of account of stochastic character of a build production in the process of development, estimation and choice of rational alternatives of models of organization of building. Basic calculation-analytical procedures offered approach and ways of its realization are given in the products of softwares.

Інформаційною основою управління є результати прояву різних імовірнісних процесів як у виробничій сфері, так і в управлінні. Очевидно, це приводить до необхідності переходу від переважно детермінованих оцінок досліджуваних процесів до імовірнісного. У прикладному плані для цих цілей найбільшою мірою підходять методи теорії надійності технічних систем. Однак у роботі [2] відзначається, що «... ці методи не враховують механічних, фізичних, організаційних, технологічних, економічних і інших явищ, що визначають причини відмов і надійність систем, а також не враховують важливу в економічному й технічному змісті диференціацію таких, безумовно, різних відмов, як відхилення параметрів системи від проектних значень, тимчасові і порушення, що самоусуваються, роботи системи («збої»). Всі відмови носять випадковий характер, оскільки викликаються впливом випадкових факторів.

Для систем будівельного виробництва характерними є часткові збої, які самоусуваються в процесі безперервного функціонування системи. Природно, при цьому параметри системи істотно відхиляються від передбачених,

але для визначення величини цих відхилень методи математичної теорії надійності неприйнятні».

Останні роботи в області надійності економічних систем розширили область її застосування на багатофункціональні системи, розроблені методи дослідження не тільки раптових відмов, але й поступових (параметричних), пов'язаних з характеристиками випадкового дрейфу в часі контрольованих параметрів системи. Тому можна затверджувати, що багато відзначені вище недоліків теорії надійності технічних систем у застосуванні до дослідження будівельних процесів усунути в нових розробках. Це дозволяє використовувати методи даної науки для опису імовірнісних процесів організаційних систем.

Оперуючи термінами теорії надійності, процес управління можна розглядати як відновлення системи після її відмови. Дійсно, усякий управлінський вплив на об'єкт управління вживає тільки в тому випадку, коли його стан, обумовлений поточним значенням контрольованих параметрів, виходить за гранично припустиму зону. Відмова в загальному випадку будемо розуміти як порушення працездатності системи.

Для цілей нашого завдання під надійністю розуміється властивість системи виконувати задані функції на певному інтервалі часу й при цьому підтримувати значення встановлених виробничих характеристик у заданих границях.

Об'єкт управління може бути як одне-, так і багатофункціональним. У якості першого можуть виступати низові виробничі підрозділи. Прикладом багатофункціонального об'єкта управління є сама організаційна структура управління організацією.

Для визначення термінологічного значення різних видів відмов, що зустрічаються в організаційних системах, проведена їхня принципова класифікація (рис. 1).



Рис. 1 - Класифікація відмов організаційних систем.

По характеру усунення розрізняють відновлювані й не відновлювані відмови. Так,



затримка у виконанні роботи, що не лежить на критичному шляху, може розглядатися як переборну відмову, а некомпенсуєма затримка у виконанні робіт критичного шляху, перевищення договірних строків, є непереборною відмовою.

По зв'язках з іншими відмовами розрізняють відмови первинні й вторинні. У системі взаємозалежного потоку відмов для цілей управління важливо вичленувати первинну відмову - відмова-причину та націлити зусилля на її усунення. У протилежному випадку відбувається розсіювання ресурсів на компенсацію вторинних, не переборних самі по собі відмов.

По легкості виявлення відмови бувають явними й неявними. Явні - це відмови, виникнення яких безпосередньо позначається на стані контрольованого параметра, неявні відмови, у свою чергу, впливають на стан контрольованої системи непрямим образом, що ускладнює їхню ідентифікацію.

По характеру виникнення розрізняють відмови раптові й поступові (параметричні). Раптові відмови одержали назву через те, що звичайно відсутні видимі ознаки їхнього наближення. Параметричні відмови визначаються випадковим дрейфом контрольованого параметра за межі припустимої зони.

Будемо розглядати об'єкти, відновлювані в процесі їхнього функціонування (за аналогією в технічних системах відновлення в процесі застосування). У цьому випадку допускаються відмови й викликані ними короточасні перерви в роботі. Ця короточасність оцінюється здатністю досліджуваної системи перебувати в працездатному стані протягом певного відрізка часу.

Відрізки часу знаходження системи в працездатному стані, а з індексом «В» - проміжки часу, необхідні для відновлення системи після чергової відмови. Процес відновлення можна ототожнювати з управлінським впливом на об'єкт управління з метою коректування параметрів, по яких оцінюється його стан.

При безперервній реалізації виробничого процесу його стан характеризується послідовним чергуванням випадкових періодів часу знаходження в працездатному стані T_i , і часу відновлення T_i^B , коли випадковий час між черговими поновленнями дорівнює $T_e = T_i + T_i^B$. На підставі такого підходу можливо розрахувати значення коефіцієнта готовності:

$$kGt = \frac{mt}{mt + mtB} \quad (1)$$

де m_t та m_{tB} - математичні очікування відповідних випадкових величин.

Звідси коефіцієнт готовності визначається як імовірність того, що система виявиться в працездатному стані в довільний момент часу

або як частка часу, протягом якого досліджувана система працездатна стосовно загального часу аналізу або спостереження.

У формулі коефіцієнта готовності системи параметр m_{tB} ототожнюється з управлінським циклом і його тимчасові складові розглядаються окремо, параметр m_t можна ототожнити з іншим можливим показником теорії надійності - часом наробітку до відмови. Час наробітку до відмови - це часовий інтервал від моменту, коли контрольовані параметри системи перебувають у межах своїх середніх значень, до моменту настання першої відмови.

Як ми вже відзначали, для організаційних систем властиві поступові (параметричні) відмови. Ознакою відмови для такої системи є фактор виходу значення контрольованого параметра за межі його припустимого відхилення від деякої середньої траєкторії. Будемо вважати, що в межах тимчасового інтервалу, що відповідає наробітку до відмови, траєкторію зміни контрольованого параметра можна розглядати як лінійну випадкову функцію віялового типу.

Розглянемо основні характеристики віялової випадкової функції, що описує поведінку в часі деякого контрольованого параметра об'єкта управління. У вихідний момент або після закінчення періоду відновлення значення контрольованого параметра відповідає деякому невідповідному номінальному значенню. При подальшій роботі виробничої системи цей параметр випадково змінюється. Таким чином, контрольований параметр є шуканої випадкової функції наробітку до відмови, всі можливі реалізації якої проходять через одну невідповідну крапку-поліус. При наступному управлінському акті-зйомці інформації про реальний стан об'єкта управління знімається невизначеність про можливе значення контрольованого параметра й ми одержуємо крапку, що відповідає його невідповідному значенню, що виступає як поліус для чергової реалізації розглянутої випадкової функції, і т.д.

При знаходженні розподілу наробітку до відмови по характеристиках процесу регулювання віялову випадкову функцію записують у вигляді:

$$W(t) = \omega_0 + B_t \quad (2)$$

де B_t - випадкова величина швидкості регулювання; t - відлічується від полюса даної функції [1, 2, 3, 4].

Полюс даної функції визначається координатами $(\omega_0; t_0)$, де ω_0 - вихідне, невідповідне значення контрольованого параметра.

Розгляд процесу реалізації контрольованого параметра системи у вигляді віялової функції

дозволяє кількісно характеризувати імовірнісний

його стан у будь-який проміжок часу та момент,

коли ймовірність відмови стає вагомою, вживати управлінські впливи. Ці впливи мають подвійну мету:

- якщо ймовірна відмова не має місця, то в результаті управлінського впливу знімається невизначеність стану контрольованого параметра і подальший його розвиток починається з нового полюса;

- якщо відмова мала місце, то результатом управлінського впливу є вироблення та реалізація комплексу заходів по відновленню працездатності системи.

Підхід на базі віялових функцій дозволяють дати кількісну оцінку ймовірнісним процесам, властивим функціонуванню реальних виробничих систем, на базі яких можна розробляти діючу стратегію управління з урахуванням індивідуальних особливостей контрольованих організаційних систем.

Основне призначення будь-якого процесу управління полягає у виробленні таких управлінських рішень, які адекватно відповідали б силі дестабілізуючого впливу внутрішніх і зовнішніх факторів і забезпечували б заданий рівень якісних характеристик об'єкта управління. Сила дестабілізуючого впливу може привести як до небажаного відхилення, що відповідає її перевищенню над зусиллям протидії цьому відхиленню, так і до того, що цей вплив буде компенсуватися порівнянної йому управлінською реакцією. Таким чином, у розглянутому процесі виступають два основних параметри: співвідношення дестабілізуючих і стабілізуючих сил і тимчасові характеристики, що описують цю взаємодію в часі.

Поява зовнішніх дестабілізуючих факторів у загальному є випадковим процесом. Якщо аналіз сукупності таких проявів дозволяє розробити їхню класифікацію й розрахувати ймовірну періодичність виникнення, то тим самим управління здійснюється в режимі достатньої вірогідності прогнозів можливої поведінки системи. На цьому принципі засновані методи екстраполяції, коли аналіз минулих тенденцій дозволяє розробити математичні моделі, що описують поведінку системи в майбутньому. Таке управління характерно для умов стабільного зовнішнього середовища, і перспективний стан об'єкта визначається еволюційним його розвитком.

В умовах радикальних змін економічного механізму, неналагодженості законодавчих і нормативних актів, що регламентують зовнішню взаємодію учасників інвестиційного процесу та внутрішню невизначеність, методи прогнозу на основі узагальнення минулого досвіду стають непридатними. Процес передбачення переміщається із чистої математичної сфери в

область творчості. Високий ступінь нестабільності зовнішніх умов характерний і для ринкових відносин, зв'язаних зі стихійною зміною кон'юнктури ринку, на який виходить конкретна будівельна організація. Тому в перспективі саме такі фактори будуть визначати умови прийняття рішень.

У загальному виді передбачуваність поведінки системи можна описати в наступному виді [3]. Позначимо стан системи через $\Omega \in \Omega_0$, де Ω_0 - безліч можливих станів. Пророкування стану системи на інтервал t_0 у лінійному наближенні має вигляд:

$$\Omega(t + t_0) = \Omega(t) t_0 + \sigma_\Omega \quad (3)$$

де Ω і $\dot{\Omega}$ - оцінка стану й швидкість зміни стану; σ_Ω - помилка прогнозування.

Якість помилки та значення помилки залежать від інтенсивності впливу середовища й від відображення ситуації в системі. Будемо вважати, що на систему впливає деякий фактор $f(t)$ випадкового дестабілізуючого впливу.

Величина σ_Ω росте зі збільшенням $f(t)$, зворотна інтелектуальній якості θ системи й залежить від запізнювання відображення ситуації t . Під інтелектуальною якістю будемо розуміти здатність системи адекватно ототожнювати отримані сигнали та прогнозувати розвиток процесу. Тут мають місце дві ситуації:

- система має низьку інтелектуальну якість, немає напрацьованих типових прийомів дії, їй не із чим ототожнювати отримані сигнали (іде процес нагромадження досвіду) і, як наслідок, збільшується запізнювання у відображенні ситуації;

- система з так званним переповненим інтелектом («стара» система) дуже довго вирішує завдання ототожнення поточної ситуації і прогнозування, тому що послідовно перебирає всі наявності, що є в наявності минулого досвіду. Очевидно, що між цими двома крайностями є оптимальний рівень інтелектуальності якості системи.

Приблизно представимо помилку екстраполяції стану системи у вигляді:

$$\sigma_\Omega \approx f(t) \theta(t - \tau) \quad (4)$$

При високій інтелектуальній якості здійснимо більше тривалий прогноз і швидкість зміни стану системи невелика: система здатна вибирати відносно стабільні стани, раціональні на тривалий інтервал часу.

Чим більше, тим система незалежна від середовища в тому розумінні, що вона здатна меншими змінами стану (а отже, з меншими витратами ресурсу, оскільки зміна стану вимагає витрати ресурсу) протистояти зовнішньому середовищу.

Однак достовірний прогноз на ту або іншу перспективу створює тільки потенційні умови для реалізації ефективного управління. Як вони будуть реалізовані, залежить від тимчасової відповідності швидкості зміни стану

контрольованого параметра виробничої системи та реакції системи управління.

Розглянемо спочатку інертність системи управління, що будемо характеризувати запізненням у часі від моменту надходження сигналу про виникнення проблеми, що вимагає рішення (БМР), до моменту видачі управлінських команд по її рішення.

Здатність системи управління сприймати та переробляти вхідну інформацію залежить від обсягу цієї інформації і продуктивності системи по її переробці. Кожна система формується під традиційно сформований обсяг вхідної інформації з урахуванням деякого запасу можливостей її сприйняття та переробки в пікові моменти. Це зона нормального функціонування системи, у якій на збільшення інформації вона відповідає пропорційним або, більше того, збільшенням продуктивності. У міру збільшення інтенсивності випадкового впливу зовнішнього середовища росте нетрадиційних, унікальних проблем, що вимагають рішення, і система управління для компенсації зростаючого потоку інформації включає свої резервні можливості, досягаючи максимуму продуктивності, при цьому час обробки інформації може навіть скорочуватися в порівнянні з нормальним режимом роботи.

Для інформаційно-програмної підтримки розробленої теорії моделювання будівництва з використанням нечітких мір і нечітких критеріїв пропонується програмний комплекс «Інформаційно-Аналітичний комплекс моделювання організації будівництва із залученням нечіткої логіки» адаптований до складних вимог функціонування в умовах змішаної економіки. Як засіб математичної формалізації моделі обрана теорія нечітких мір, а як системно-структурна основа створених програмних продуктів використовуються: fuzzy-технології, мережна детермінована модель «роботи-вершини»; прикладні моделі одне- і багатокритеріальної оптимізації.

Архітектура програмного комплексу представлена в табл. 1.

Таблиця 1.

Програмний комплекс «Організація будівництва за нечіткими критеріями - FUZZY-технологія».			
№ № п/п	Поміняти назви	Призначення блоку та зміст програмних процедур	
1	Блок «Формалізація 1»	1.1	Формування стандартних процедур зв'язку детермінованих лінгвістичних оцінок ризиків виконавців з очікуваним через ризик виконавця приростом тривалості будівництва по даній роботі, одержання залежності між IN^I і сукупними оцінками риска исполнителей SR_j .
2	Блок «Формалізація 2»	2.1	Формування стандартних процедур зв'язку детермінованих лінгвістичних оцінок ризиків виконавців із приростом кошторисної вартості, одержання залежності між IN^W і сукупними оцінками ризику виконавців SR_j .
3	Блок «Організаційно-Технологічна стандартизація»	3.1	Формування імітаційних епох розподілу БМР залежно від детермінованих лінгвістичних оцінок ризиків - 6 типів кривих

4	Блок «Ідентифікація ризику будівельної фази проекту»	4.1.	Одержання сукупних лінгвістичних оцінок ризиків виконавців експертно-аналітичним і(або) директивним (імперативним) шляхом
		4.2	Ідентифікація отриманих оцінок ризиків виконавців за допомогою теорії нечітких даних зі змістом ризику й рівнем упевненості в отриманій оцінці
		4.3	Визначення індексу приросту тривалості БМР. Ідентифікація з даним виконавцем проекту (підрядником і субпідрядником)
		4.4.	Визначення очікуваного для даного виконавця приросту кошторисної вартості роботи (комплексу робіт)
		4.5	Формування очікуваної імітаційної кривої розподілу БМР для даної роботи
3	Графічна модель		Формування топології моделі організації будівництва «роботи-вершини» - послідовність робіт, їхніх комплексів, очікувань, сполучення робіт
4	Обсяги робіт і виконавці		Формування вихідних даних для моделі «роботи-вершини» по обсягах БМР, виконавцям з обліком сукупних оцінок їхніх ризиків.
5	Параметри робіт детерміновані		Формування й розрахунок параметрів окремих робіт і їхніх комплексів
5	Графоаналітична модель	5.1.	Розрахунок детермінованих нечітких (локальних і сукупних) параметрів моделі
		5.2.	Розрахунок підсумкових нечітких (локальних і сукупних) параметрів моделі й відповідній кожній альтернативі рівнів упевненості
6	Оптимізація за локальними критеріями	6.1	Оптимізація моделі за критерієм мінімум інвестиційних витрат
		6.2.	Оптимізація моделі за критерієм мінімуму нерівномірності інтенсивності освоєння інвестицій
8	Формування остаточної альтернативи організації БМР	8.1.	Сполучення критеріїв 1 і 2 шляхом забезпечення максимуму впевненості нечітких підсумкових параметрів моделі
		8.2.	Формування календарного плану проведення робіт на базі оптимізованої мережевої моделі

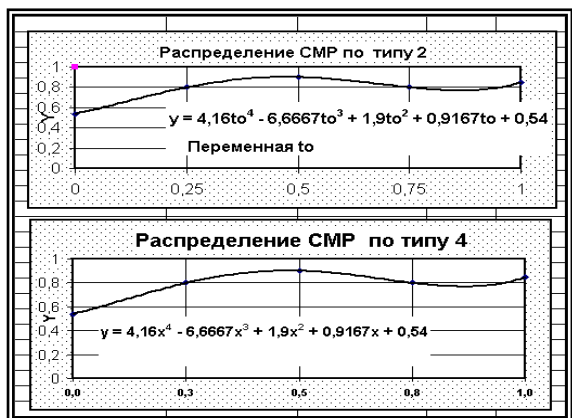
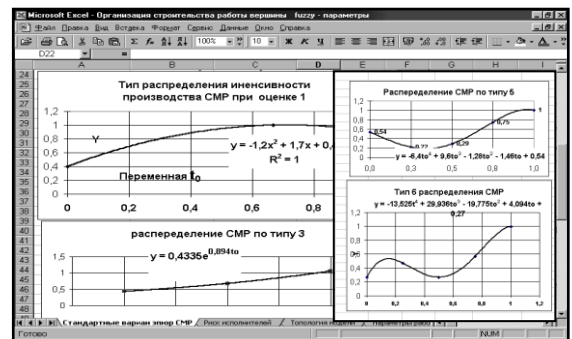


Рис. 2. Фрагменти програмного блоку «Стандартні варіанти епох БМР».

Запропоновано інноваційну модель «роботи-вершини» із принципово новою системою параметрів. Перевагами створеної моделі є раціональне сполучення нечітких параметрів, що адаптують модель до умов невизначеності, - 3 параметрами, традиційними для цього типу



детермінованих тимчасових моделей. Кожному детермінованому проміжному та підсумковому показнику моделі відповідає його нечіткий розподіл з урахуванням рівня впевненості, встановленого інвестором або ЛПР.

Доцільно як інструмент вибору альтернатив ресурсно-календарних моделей будівельних проектів розробити модель оптимізації на основі нечітких критеріїв. Як нечіткі критерії оптимальності обрані наступні:

- мінімум інвестиційних витрат при максимумі впевненості нечіткого числа ;
- мінімум нерівномірності поточної по періодах (місяцям, кварталам) будівництва інтенсивності освоєння інвестицій при максимумі впевненості нечіткого числа.

Розроблена теорія моделювання будівельного виробництва з використанням нечітких критеріїв дозволила створює раціональні наукові передумови для розробки календарного плану будівельного проекту з обліком особливостей функціонування інвестиційно-будівельного комплексу в умовах ринкової економіки.

Література.

1. Залунин В.Ф. Стратегия и тактика строительной фирмы в условиях рынка. Днепропетровск.: Придніпровський науковий вісник. 1998. – 240 с.
2. Тянь Р.Б., Залунин В.Ф. Методика сокращения продолжительности реализации проекта // Управление строительными проектами. Днепропетровск: Сб. научных трудов ПГАСА, 1997. Вып.2. –С. 80-88.
3. Залунин В.Ф. Младецкий В.Р. Анализ динамических характеристик процесса управления. В сб. Научных работ “ Управление строительными проектами”. №1. Дн-вск. 1996. -с.142-152.
4. Торкатюк В.І., Дмитрук І.А., Марюхін В.М. Особливості та основні напрямки підвищення рівня технологічності проектних рішень.//Матеріали 23-ї наук.практ. конф. ХДАКГ.-Харків,2007.- с.105-117 с.
5. Перфильева И.Г. Приложение теории нечетких множеств.// Итоги науки и техники.- Том 29.-М.: ВИНТИ,1990- 150 с.