

## **ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСНИХ ПОТОКІВ БУДІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

### **PREDICTION OF RESOURCE FLOWS AT CONSTRUCTION ENTERPRISES**

**Дубінін Д.В., аспірант, (КНУБА, м. Київ)**

**D.V. Dubinin, postgraduate student, (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)**

Розглядається математичне моделювання часових рядів будівельної організації за допомогою фрактального аналізу. Застосування даного методу дає більш повну інформацію про рух ресурсних потоків будівництва.

This article describes how to control resourced of constructions by means of mathematical modeling of resource flows. Basic requirements for providing resource requirements of the construction process was described, one of which is the need for forecasting resource requirements under uncertainty. There is a need to find methods of forecasting the dynamic of resources of construction companies that are able to take into account the uncertainty of the environment.

The methods of fractal analysis is an effective tool for studying the dynamics of stochastic processes accurately describes the time series. Fractal analysis methods are an effective tool to study the dynamics and direction of such processes.

Ключові слова: часовий ряд, показник Херста, персистентність, будівництво, ресурси

Keywords: time series, Hurst indicator, persistence, resource, construction

Будівельна галузь об'єднує в собі підприємства, що діють в сфері будівництва та здійснюють вишукувальні і проектні роботи, виготовлення матеріалів, виробів та конструкцій, зведення всіх

видів будівель і споруд, обстеження технічного стану, видобуток і переробку сировинних ресурсів, транспортне обслуговування.

Діяльність будівельних підприємств забезпечується наявністю в їх розпорядженні необхідних ресурсів: інформаційних, людських, фінансових, матеріальних, енергетичних, за допомогою яких створюється продукція. Ресурсне забезпечення є базою для успішного функціонування будівельного підприємства, основою, від якої залежить напрямок та темпи його розвитку. При цьому вслід враховувати особливий характер будівельної продукції (стаціонарність, капіталомісткість тощо), умови та обсяги вкладення та графіки повернення грошових коштів, методами технології, організації і управління будівельним процесом, велику кількість організаційно-технологічних, фінансових, договірних зв'язків між підприємствами, що виникають при будівництві. Нерівномірність грошових потоків, значна невизначеність при плануванні діяльності на декілька періодів, хаотичність структурних зв'язків між організаціями, що відкривають фронт робіт для окремого підрядника, значна кількість чинників, що впливають на поставки ресурсів, є характерними ознаками, що впливають на ефективність діяльності будівельного підприємства. Тому надзвичайно важливим є прогнозування потреби в ресурсах підрядного підприємства у кожний окремий момент часу, з урахуванням невизначеності.

Враховуючи актуальність завдання з управління матеріально-технічними потоками будівельного підприємства, цьому питанню у своїх працях приділяли увагу наступні вчені: А.Н. Асаул, А.Д. Єсіпенко, Р.Я. Зельцер, О.В. Кухленко, С.Т. Сташевський, Г.В. Лагутін, А.М. Лівінський, В.И.Торкатюк, О.А. Тугай, В.А. Ушацький, Р.Б. Тян, В.Г.Федоренко та інші. Огляд їх праць виявив необхідність застосування методів прогнозування потреби в матеріально-технічних ресурсах підприємства, що здатні враховувати хаотичність та невизначеність навколишнього середовища.

Метою статті є описання методу фрактального аналізу та обґрунтування можливості його використання при здійсненні прогнозування ресурсних потоків будівельного підприємства.

З-поміж процесів руху матеріально - технічних потоків доцільно виділити окремий їх клас, що є непередбачуваними та складно-прогнозованими (наприклад вплив на початок робіт підрядника термінів виконання робіт організацій, що передають йому фронт робіт, зрив поставок матеріалів на будівельний

майданчик, вплив погодних умов та інших). Одним із способів дослідження таких подій є моделювання з метою виділення характерних причинних факторів, взаємозв'язків між ними та характеристик впливу на кінцевий результат. Однією з сучасних методик вивчення хаотичних характеристик складних процесів є методика фрактального аналізу, яка дозволяє відтворити процеси у вигляді самоподібних форм та описувати відповідні співвідношення. Це дозволяє максимально описати динаміку руху таких потоків та здійснювати попередження її наслідків.

Фрактал (лат. fractus — подрібнений, дробовий) — нерегулярна, самоподібна структура. В широкому розумінні фрактал означає фігуру, малі частини якої в довільному збільшенні є подібними до неї самої. Термін фрактал увів 1975 року Бенуа Мандельброт [2., с. 11]. За допомогою фракталів описують фізичні, економічні, політичні, природні явища.

Для оцінювання ефективності ресурсного потенціалу будівельного підприємства в частині управління матеріальними потоками пропонується створити модель основи фрактального аналізу.

При цьому вважають, що матеріальний потік будівельного підприємства представляє собою дискретний часовий ряд без пропусків фіксованої довжини  $\bar{Z} = (\bar{z}_1, \bar{z}_2, \dots, \bar{z}_n)$ ,  $\bar{z}_i \in \square$ . Дані беруться з календарних графіків. Побудуємо  $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ . Для кожного з початкових відрізків даного часового ряду  $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$  довжини  $\tau = 3, 4, \dots, n$  обчислимо середні значення за формулою

$\bar{z}_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} z_i$ , накопичені відхилення знайдемо за формулою

$x_{\tau,t} = \sum_{i=1}^t (z_i - \bar{z}_\tau)$ ,  $\tau = 3, 4, \dots, n$ , розмах  $R_\tau = \max_{1 \leq t \leq \tau} x_{\tau,t} - \min_{1 \leq t \leq \tau} x_{\tau,t}$ . Тоді

середньоквадратичне відхилення для кожного з відрізків визначається за формулою  $S_\tau = \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} (z_i - \bar{z}_\tau)^2}$ ,  $\tau = 3, 4, \dots, n$ . Розмах

накопиченого відхилення нормалізується шляхом ділення на середньоквадратичне відхилення для кожного відрізка  $\tau$  і будується

графік залежності  $lg\left(\frac{R_\tau}{S_\tau}\right)$  від  $lg(\tau)$ . Далі на основі методу

найменших квадратів будується рівняння лінійної регресії,

коефіцієнт при незалежній змінній якого буде показником Херста.

Рівняння буде мати вигляд  $lg\left(\frac{R_\tau}{S_\tau}\right) = lg(\alpha) + H lg(\tau)$ ,  $\alpha = const$ .

Показник Херста можна розглядати як функцію від  $\tau$ ,

$$H(\tau) = \frac{lg\left(\frac{R(\tau)}{S(\tau)}\right)}{lg\left(\frac{\tau}{2}\right)}$$

Якщо показник  $H$  часового ряду близький до 0,5, то це свідчить про його випадковість.

Чим ближче показник  $H$  до 1 ( $H > 0.5$ ), тим більш персистентним або трендостійким є ряд. Припускається, що події не випадкові, і якщо виникає чітка тенденція часового ряду до зростання або падіння, то вона з великою ймовірністю збережеться і надалі;

Чим ближче показник  $H$  до 0 ( $H < 0.5$ ), тим більш антиперсистентним або ергодичним є ряд.

На основі описаного алгоритму послідовного R/S-аналізу шляхом розрахунку показника Херста, а також аналізу кривої  $V$ -статистики, яка виражається залежністю  $V_\tau$  від  $lg(\tau)$ , де  $V_\tau = \frac{R_\tau}{\sqrt{\tau S_\tau}}$

можна оцінити:

1. Рівні персистентності, антиперсистентності та випадковості часового ряду матеріальних потоків. Якщо часовий ряд випадковий або близький до випадкового, то витрати і надходження матеріальних ресурсів не мають стійкий характер і розвиток БП не відбувається згідно з запланованим сценарієм. Чим більш персистентний часовий ряд, тим більш трендостійкий рух матеріальних потоків. Причому, якщо ця тенденція є позитивною, то БП розвивається ефективно і ресурси БП використовуються ефективно, якщо навпаки – то існує стійка тенденція до невиконання планових термінів будівництва, завищення його вартості та ін. У такому разі потрібно змінювати або удосконалювати систему ресурсного забезпечення будівництва.

2. Інтервали довготривалої і короткотривалої залежності (ідентифікація у часовому ряді довготривалої пам'яті). Для нашої задачі цей показник визначає наскільки ефективно з точки зору поточної ситуації в певний період часу в минулому було

реалізованого заходи щодо збільшення ефективності управління ресурсним забезпеченням.

3. Наявність циклічних складових і середню довжину неперіодичного циклу. Для нашого випадку ідентифікація циклів в руху матеріальних потоків дозволяє спланувати діяльність щодо реалізації дій з підвищення ефективності управління ресурсним забезпеченням.

Висновки: Застосування фрактального аналізу дозволить підвищити якість прогнозування ресурсних потоків будівельного підприємства, засобами фрактальної статистики може визначатись структура хаотичних характеристик процесів ресурсного забезпечення будівельного майданчика. Фрактальні методи аналізу є дієвим інструментом для дослідження динаміки та напрямку розвитку таких процесів.

Головним недоліком даного методу є необхідність для достовірного прогнозування великої кількості даних про відхилення термінів початку робіт.

1. Асаул А.Н. Формирование и оценка организационных структур управления в компаниях инвестиционно-строительного комплекса[Текст] / А.Н. Асаул, Н.А. Асаул, А.В. Симеонов // – СПб.: ГАСУ. - 2009 -258 с.

2. Зельцер Р. Я. Эффективность использования средств малой механизации в строительстве УССР[Текст]/ А. И. Миняйленко, Р. Я. Зельцер. - 33 с.

3. Квасніцька О.О. Сутність будівельної діяльності: теоретичний погляд[Електрон] ] / А.Н. Асаул, Н.А. Асаул, А.В. Симеонов // . Наукові праці Національного університету "Одеська юридична академія" електронне видання, с. 413-422 – Режим доступу: <http://naukovipraci.nuoua.od.ua/arhiv/tom10/43.pdf>

4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.

5. Ушацький С.А. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер: Підручник. – К., 2007. – 521 с.