

АННОТАЦИЯ

В статье сделан анализ взаимосвязей календарного плана и строительного генерального плана, приведены примеры построения графиков зависимости площади временных зданий и сооружений различного назначения от интенсивности и продолжительности работ, применение которых позволяет в короткий срок получить ориентировочные данные о потребности в площадях временных зданий при различных интенсивностях и продолжительности выполнения работ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: интенсивность и продолжительность работ, площадь временных зданий и сооружений административно-хозяйственного и санитарно-бытового назначения.

ANNOTATION

The article made an analysis of the relationships between schedule and construction master plan, providing examples of plotting area of temporary buildings and structures for various purposes on the intensity and duration of the work, the use of which allows for a short time to get an indication of demand in the areas of temporary buildings at different intensities and duration of execution of works.

KEYWORDS: intensity and duration of the work, area of temporary buildings of administrative and sanitary household.

УДК 658.51:69.05

Зельцер Р.Я., к.е.н., проф., Дубінін Д.В., асп., КНУБА, м. Київ

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ ПОСТАЧАННЯ РЕСУРСІВ БУДОВИ НА ОСНОВІ ФРАКТАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЯДУ ЇХ ВІДХИЛЕНЬ

У статті проведено аналіз загального стану ресурсного потенціалу і управління ресурсним забезпеченням будови. Проводиться оцінювання ефективності використання ресурсів будови, прогнозування ресурсних потоків, планування ресурсного забезпечення. Створено модель прогнозування відхилень реальних термінів постачання ресурсів від планових які визначено на стадії розробки проектно-технологічної документації. Використовується фрактальний аналіз для оцінки ресурсних потоків, та система адаптивних моделей Хольта, Хольта-Вінтерса, плинних середніх тощо.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: будівництво, управління ресурсами, прогнозування, адаптивні методи, ресурсне забезпечення, ресурсні потоки

Постановка проблеми. При будівництві будь-якого об'єкту цивільного та промислового будівництва діє велика кількість організаційних, технологічних, природних та інших факторів, що обумовлюються стохастичністю будівельного процесу. Дія цих факторів викликає відхилення реальних термінів постачання ресурсів від проектних, перешкоджає успішному управлінню запасами, може призводити до збоїв матеріально-технічного постачання, порушення ритмічності будівельного процесу, організації транспортно-логістичного забезпечення тощо, зменшуючи надійність організаційно-технологічних рішень. Унеможливити вплив цих факторів досить складно, але

можна мінімізувати відхилення реальних термінів виконання робіт і постачання ресурсів від проектних, виходячи з реальної ситуації на будівельному майданчику.

Тому необхідною є побудова *єдиної системи ресурсно-логістичного та організаційно-структурного забезпечення будівництва* (далі по тексту - Система ресурсного забезпечення (СРЗ)) шляхом створення організаційно-структурних зв'язків підсистем ресурсного забезпечення учасників будівельного процесу та забезпечення постійного інформаційного обміну між ними з метою оперативного виявлення відхилень та корегування їх згідно графіку будівництва

Аналіз публікацій. Вирішенню завдань щодо підвищення ефективності ресурсно-логістичного забезпечення будівництва приділяли увагу наступні українські та закордонні вчені: І.В. Багорова, В. Бансал, Дж. Белман, Є.В. Бондаренко, М.С. Будніков, А. Ебнер, А.Д. Єсипенко, В. Кук, О.М. Лівінський, В.О. Поколенко, А.В. Радкевич, В.І. Садовський, Г.В. Тонкачєєв, В.І. Торкатюк, О.А. Тугай, Р.Б. Тянь, С.А. Ушацький, В.Г. Федоренко, О.В. Федосова, В.К. Черненко, Ф. Холт та інші.

Аналіз їх праць і практичного досвіду дозволив зробити висновок, що завдання з ресурсного забезпечення будівництва комплексів і окремих об'єктів, планування, організації і контролю ресурсних потоків у даний час вирішуються досить успішно. Однак потребують додаткового вирішення цілий ряд наукових та практичних задач, спрямованих на мінімізацію відхилень реальних термінів постачання ресурсів на об'єкт від проектних, що визначаються під час розробки проектно-технологічної документації (проекту організації будівництва - ПОБ, проекту виробництва робіт - ПВР).

Метою статті є розробка інструментарію, що забезпечує мінімізацію відхилень реальних термінів постачання ресурсів на об'єкт від проектних зменшення тривалості будівництва, виявлення резервів та підвищення ефективності будівельного процесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Пропонується система

управління ресурсним забезпеченням будівництва «Рес-буд», яка включає у себе комплекс моделей призначених для прогнозування відхилень фактичних термінів постачання ресурсів від планових (рис.1-2): 1 – модель Хольта, 2 – модель Хольта-Вінтерса, 3 - авторегресія, 4 – модель середніх плінних.

Вибір конкретної моделі здійснюється на основі визначення її достовірності (за величиною середньої лінійної похибки - $\bar{\Delta}_j$):

$$\bar{\Delta}_j = \sum_1^m \Delta_i / m$$

$$\Delta_i = \left| \left(T_i^{\phi} - T_i^{\delta} \right) / T_i^{\phi} \right| \cdot 100$$

де T_{ϕ} – фактичні терміни постачання ресурсів;

T_{δ} – розрахункові терміни постачання ресурсів;

Δ_i – лінійна похибка моделі по i – му ресурсу ($i = 1, 2, \dots, N$).

Для кожного з початкових відрізків даного часового ряду оцінюють рівень персистентності за показником Херста ($H \in [0; 1]$), який характеризує ступінь довготривалої залежності в динаміці часових рядів

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 й надалі.

Чим ближче показник H до 0 ($H < 0,5$), тим більш антиперсистентним є ряд.

Розрахунок характеристик часового ряду в залежності від його фрактальних характеристик та впливу сезонності наведено в табл.1 (на прикладі процесу «влаштування паль» під час будівництва багатоцільового логістичного комплексу у м. Києві, с. Чайки, вул. Василя Чайки 16. При цьому вважають, що ресурсний потік представляє собою дискретний часовий ряд без пропусків фіксованої довжини. Дані беруться з календарних графіків.

<p>Часовий ряд потреби в ресурсах</p> <p>→</p>	<p style="text-align: center;">Модель Хольта</p> $\hat{r}_{n+1} = u_n + t_n, \quad u_n = \alpha \cdot r_n + (1 - \alpha)(u_{n-1} + t_{n-1}),$ $t_n = \beta(u_n - u_{n-1}) + (1 - \beta)t_{n-1},$ <p>де \hat{r}_{n+1} – прогноз, розраховують в точці r_n на одну точку вперед, u_n – експоненціальне згладжування часового ряду, t_n – згладжування трендової складової, $\alpha \in [0, 1]$ – параметр згладжування рівнів часового ряду, $\beta \in [0, 1]$ – параметр згладжування тренду.</p>	<p>Прогноз τ точок вперед, Δt</p> <p>→</p>
<p>Часовий ряд потреби в ресурсах</p> <p>→</p>	<p style="text-align: center;">Модель Хольта-Вінтерса</p> $\hat{r}_{n+1} = (u_n + t_n) \cdot y_{n-\lambda+1}, \quad u_n = \alpha \frac{r_n}{y_{n-\lambda}} + (1 - \alpha)(u_{n-1} + t_{n-1}),$ $t_n = \beta(u_n - u_{n-1}) + (1 - \beta)t_{n-1}, \quad y_n = \gamma \frac{r_n}{u_n} + (1 - \gamma)y_{n-\lambda},$ <p>y_n – згладжування сезонності, γ – параметр згладжування, $\gamma \in [0, 1]$, λ – період сезонності.</p>	<p>Прогноз τ точок вперед, Δt</p> <p>→</p>
<p>Часовий ряд потреби в ресурсах</p> <p>→</p>	<p style="text-align: center;">Модель авторегресії</p> $r_n = a_0 + a_1 * r_{n-1},$ <p>де a_0 – константа, a_1 – описує ступінь залежності r від впливаючих факторів, r_{n-1} – впливаючий фактор (значення r у періоді $n-1$)</p>	<p>Прогноз τ точок вперед, Δt</p> <p>→</p>
<p>Часовий ряд потреби в ресурсах</p> <p>→</p>	<p style="text-align: center;">Модель середніх плинних</p> $\hat{q}_{n+1} = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s q_{n-i+1} \quad \hat{q}_{n+1} = \frac{1}{v_s} \sum_{i=1}^s (s-i+1) q_{n-i+1},$ <p>– зважена плинна середня з періодом $s > 0$, значення v_s визначається сумою $v_s = \sum_{i=1}^s i$, WMAM(s); $\hat{q}_{n+1} = \left(\prod_{i=1}^s q_{n-i+1} \right)^{\frac{1}{v_s}}$, – геометрична плинна середня, GMAM(s);</p> $\hat{q}_{n+1} = \left(\prod_{i=1}^s (q_{n-i+1})^{s-i+1} \right)^{\frac{1}{v_s}}$ <p>– зважена геометрична плинна середня $v_s = \sum_{i=1}^s i$, GMAM(s). s – значення періоду</p>	<p>Прогноз на 1 точку вперед $\tau=1$, Δt</p> <p>→</p>

Рис. 1. Моделі для прогнозування реальних відхилень потреби в ресурсах

Часовий ряд потреби в ресурсах формується на основі оперативних даних з будівельного майданчика. В кожен момент часу фіксується кількість ресурсів, що необхідно залучити до роботи та розраховують фрактальні характеристики ряду. Чим більш персистентний часовий ряд, тим більш трендостійкий рух матеріальних потоків.

Причому, якщо ця тенденція зростає, то процес розвивається

ефективно у разі скорочення термінів, або неефективно - у випадку їх зростання.

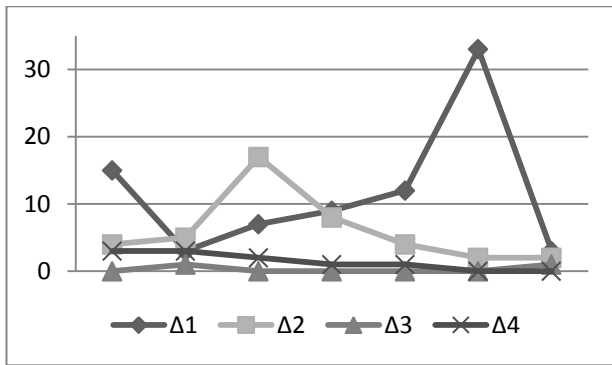
Виявлено, що кожна з моделей (Хольта, Хольта-Вінтерса, авторегресії, середніх плинних) має різну точність в залежності від того наскільки персистентним, антиперсистентним чи випадковим буде ряд (показник Херста), а також від впливу сезонності (визначають за індексом сезонності) (рис.3).

Фрактальний аналіз	
	Показник Херста визначає рівень персистентності
	$lg\left(\frac{R_\tau}{S_\tau}\right) = lg(\alpha) + H lg(\tau),$
	$R_\tau = \max_{1 \leq t \leq \tau} x_{\tau,t} - \min_{1 \leq t \leq \tau} x_{\tau,t}, \quad x_{\tau,t} = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x}_\tau), \quad \tau = 3, 4, \dots, n, \text{ а}$
	$\bar{x}_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} x_i, \quad S_\tau = \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} (x_i - \bar{x}_\tau)^2}, \quad \tau = 3, 4, \dots, n,$
	$\alpha = const \cdot V_\tau = \frac{R_\tau}{\sqrt{\tau} S_\tau}, \quad \tau = 3, 4, \dots, n,$
Часовий ряд потреби в ресурсах	де R_τ – розмах; S_τ – середньоквадратичне відхилення для кожного з відрізків довжини τ ; H – показник Херста, $H \in [0; 1]$; \bar{x}_τ – середні значення елементів з кожного відрізка довжини τ ; τ – довжини відрізків, які формуються з вхідного часового ряду методом плинного вікна; V_τ – розрахункове значення для побудови V - статистики, яка виражається залежністю V_τ від $lg(\tau)$. Індекс сезонності $I_{сез} = \bar{x}_\tau / \bar{X} \times 100$, де \bar{X} — загальне середнє значення за період.
	Фрактальні характеристики часового ряду (рівень персистентності, середня довжина квазіциклу)

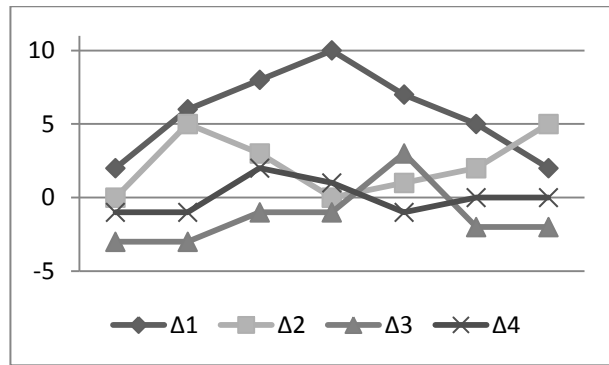
Рис.2 Визначення характеристик ряду для подальшого вибору моделі

Таблиця 1
Розрахунок показника Херста (H) та відхилень Δ_{1-4} за різними моделями (фрагмент)

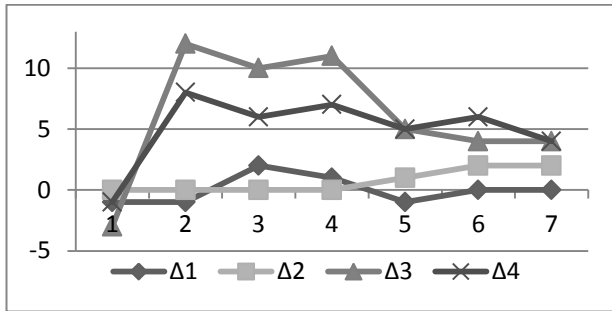
№ п/п	Найменування і комплекс робіт	Тривалість	Термін								Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	
			Фактичний	відхилення	xi-X	$\sum(xi-X)$	Розрахунковий, за методами 1-5								
							$t_{факт}$	t_1	t_2	t_3					t_4
1	Влаштування буріння інекційних паль L=12м	15	26	2	-6,5909	-6,5909	-13,1818	25	26	26	27	1	0	0	0
2			27	4	-4,5909	-17,7727	25	29	27	28	2	-2	0	-2	
3			28	5	-3,5909	-21,3636	26	30	28	29	2	-2	0	-2	
4			29	6	-2,5909	-23,9545	27	31	29	30	2	-2	0	-2	
...	
16	Влаштування буріння інекційних паль L=9м	4	31	16	7,4091	-16,0455	31	34	32	34	34	0	-3	-1	
17			32	10	1,4091	-14,6364	32	35	33	35	35	0	-3	-1	
18			33	10	1,4091	-13,2273	33	36	34	36	36	0	-1	-3	
19			34	14	5,4091	-7,8182	34	37	35	37	37	0	-1	-3	
20	Влаштування буріння інекційних паль L=6м	28	26	18	9,4091	1,5909	25	26	26	27	26	1	0	-1	
21			27	7	-1,5909	0,0000	25	29	27	28	29	2	-2	0	
22			28	2	-6,5909	-6,5909	26	30	28	29	30	2	-2	0	
			X	8,5909	max	1,5909					2,45	4,55	5,77	0,18	
			S	4,0972	min	-34,5000									
			R	36,09											
			R/S	8,8086											
			Log(R/S)	0,9449											
			Log(N*π/2)	1,5385											
			H	0,6142											



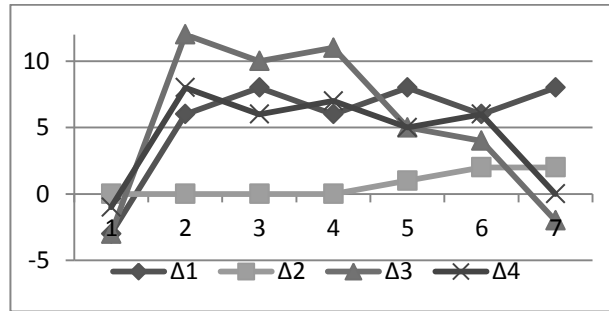
1) $H > 0,5$, $I_{сез} < 100 \pm 33\%$



2) $H \leq 0,5$, $I_{сез} < 100 \pm 33\%$



3) $H > 0,5$, $I_{сез} \geq 100 \pm 33\%$



4) $H \leq 0,5$, $I_{сез} \geq 100 \pm 33\%$

Рис.3. Точність моделей Хольта, Хольта-Вінтерса, авто регресійної та зваженої середньої плинної для часових рядів, що мають різні фрактальні характеристики.

Виявлено, що при сезонних коливаннях $I_{сез} < 100 \pm 33\%$ та $H > 0,5$ найвищу точність виявила модель авто регресії (близько 7,25%), тоді як при $H \leq 0,5$ усі чотири моделі мають відхилення більше 20% (найменше відхилення при прогнозуванні за допомогою моделі середніх плинних (22,3-28%).

Моделі Хольта і Хольта-Вінтерса показали високу точність при сезонних $I_{сез} \geq 100 \pm 33\%$. У даному випадку при $H > 0,5$ прогнозні значення за обома моделями відхиляються від фактичних значень на 24,6-32,2%, тоді як при $H \leq 0,5$ вищу точність було отримано за допомогою моделі Хольта (33,8%).

Таким чином, якщо дані персистентні, їх можна застосовувати як вхідні дані для моделей Хольта та Хольта-Вінтерса, авторегресійної моделі. Якщо ряд антиперсистентний, то прогноз здійснюється на основі середніх плинних. У результаті застосування комплексу даних моделей отримуємо вищу точність прогнозування, ніж якби використовувалася тільки один тип моделей. За їх допомогою уточнюються терміни постачання ресурсів і графіки виконання робіт в залежності від ходу будівельного процесу

Застосування фрактального аналізу часових рядів (потреби в ресурсах) дозволяє підвищити точність прогнозування у випадку

застосування різних типів моделей. Тому, які враховують циклічну складову (наприклад, модель Хольта-Вінтерса), а також спланувати надходження матеріальних ресурсів.

Висновки. Створено модель прогнозування відхилень реальних термінів постачання ресурсів від планових які визначено на стадії розробки проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР), в основі якої є набір адаптивних моделей, вибір найбільш придатної для прогнозування з яких здійснюється на основі фрактальних характеристик ряду та впливу сезонності. Доведено, що точність моделей Хольта, Хольта-Вінтерса, авторегресійної та зваженої середньої плинної для часових рядів є різною для рядів, що мають різні фрактальні характеристики.

Подальші дослідження в обраному напрямі передбачають розробку нових моделей та адаптацію їх до умов оперативного управління будівельним процесом, що дозволить зменшити відхилення реальних термінів будівництва від проектних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002.

2. Монографія. // За загальною реакцією В.О.Поколенка. / С.А. Ушацький, В.О. Поколенко, О.А. Тугай, Г.В. Лагутін, Н.О. Борисова, О.С. Рубцова.-К.: Вид-во Європейського університету, 2008.-208 с.

3. . Системно-управлінські та інженірингові засади впровадження інновацій в організацію будівництва:- Монографія./ С.А. Ушацький, В.О. Поколенко, О.А. Тугай, Г.В. Лагутін, Н.О. Борисова. - К.: Вид-во Європейського університету, 2003.-216 с.

4. Беленкова О.Ю. Вплив сезонних коливань на оборотні активи будівельного підприємства Інвестиції: практика та досвід – 2015. - № 19 (травень) – С.48 – 53.

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ общего состояния ресурсного потенциала и управления ресурсным обеспечением стройки. Проводится оценка эффективности использования ресурсов строительства, прогнозирование ресурсных потоков, планирование ресурсного обеспечения. Создана модель прогнозирования отклонений реальных сроков поставки ресурсов от плановых которые определены на стадии разработки проектно-технологической документации. Используется фрактальный анализ для оценки ресурсных потоков, и система адаптивных моделей Хольта, Хольта-Винтерса, текущих средних и т.д.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительство, управление ресурсами, прогнозирования, адаптивные методы, ресурсное обеспечение, ресурсные потоки

ANNOTATION

The article analyzes the general state of the resource potential and management resourced structure. A resource efficiency evaluation structure, resource flows forecasting, planning resources. A forecasting model deviations in real terms of the planned supply of resources defined under development engineering documentation. Fractal analysis is used to assess resource flows and system of adaptive models Holt, Holt-Winters, fluid fluid medium and the like.

KEYWORDS: construction, resource management, forecasting, expert system, resource software, resource flows.

УДК 693.554.6.

**Нетеса А.Н., асп., ПДАДА,
м. Дніпропетровськ**

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА УСТРОЙСТВА АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ КОЛОНН И ПИЛОНОВ С МЕХАНИЧЕСКИМ СОЕДИНЕНИЕМ АРМАТУРЫ МУФТАМИ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБОЙ

Определены способы повышения скорости изготовления арматурных каркасов колонн и пилонов при механическом соединении арматуры резьбовыми муфтами. Разработана схема расположения объектов на арматурной площадке. Выполнена оптимизация процесса устройства арматурного каркаса с целью облегчения ручного труда рабочих-арматурщиков и снижения трудозатрат. По результатам внедрения данного технологического регламента значительно снижена трудоемкость процесса изготовления арматурных каркасов вертикальных несущих конструкций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: арматура, резьба, муфта, резьбонакатный станок, трудозатраты, каркас

Актуальность темы. Традиционно используемыми для соединения продольной арматуры способами являются ванношовное сваривание, а также соединение арматуры внахлестку. Механические соединения арматуры на территории Украины разрешены к применению [1, 2], но технология их применения не достаточно оптимизирована. В результате даже механические способы соединения арматуры требуют значительных трудозатрат, особенно на этапе изготовления арматурного каркаса.

Последние исследования: Механические соединения арматуры применяются в основном при армировании вертикальных несущих элементов