

УДК 658.51:69.05

**Дубінін Денис Владиславович**Аспірант кафедри організації будівництва, *orcid.org/0000-0002-2044-0631*

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## ІННОВАЦІЙНА АДАПТИВНА МОДЕЛЬ РЕСУРСНО-ЛОГІСТИЧНОГО І ОРГАНІЗАЦІЙНО-СТРУКТУРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА

**Анотація** Проведено аналіз загального стану ресурсного потенціалу і управління ресурсним забезпеченням будівництва; проведено оцінювання ефективності використання ресурсів будівельного підприємства, прогнозування ресурсних потоків, планування ресурсного забезпечення; використано метод фрактального аналізу для оцінки ресурсних потоків, система адаптивних моделей Хольта, Хольта-Вінтерса, плинних середніх тощо. Використано фінансовий план будівельно-монтажних робіт, проектно-кошторисна документація, інформація про виконання діючого плану будівельно-монтажних робіт, інформація про стан ринку матеріалів і комплектуючих. У процесі дослідження використовувалися такі методи: аналіз та синтез, вибіркові спостереження (для отримання даних щодо ресурсного забезпечення будівельних підприємств), системний підхід (для встановлення взаємозв'язку складових механізму ресурсного забезпечення будівельного підприємства).

**Ключові слова:** будівництво; управління ресурсами; прогнозування; адаптивні методи; ресурсне забезпечення; ресурсні потоки

### Актуальність теми

Ефективність будівельного процесу забезпечується наявністю необхідних ресурсів: інформаційних, людських, фінансових, матеріальних, енергетичних, за допомогою яких створюється продукція. При цьому слід враховувати особливий характер будівельної продукції (стаціонарність, капіталомісткість тощо), умови та обсяги вкладення та графіки повернення грошових коштів, методи технології, організації і управління будівельним процесом, велику кількість організаційно-технологічних, фінансових, договірних зв'язків між підприємствами, що виникають під час будівництва. 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 будівництва.

### Мета статті

Метою статті є прогнозування потреби в ресурсах будівництва у кожний окремий момент часу, з урахуванням невизначеності.

Таким чином можна виділити три етапи управління ресурсним забезпеченням будівництва на оперативному рівні: календарне планування використання ресурсів, прогнозування ресурсних потоків, планування ресурсного забезпечення.

### Виклад основного матеріалу

Згідно ДБН А.3.1.-5-2009, заходи з організації будівельного виробництва охоплюють розроблення проектно-технологічної документації з календарним плануванням робіт та їх фінансового і матеріально-технічного забезпечення, підготовку виробництва, управління виробництвом, організацію праці, заходи з комплектного і своєчасного забезпечення будови матеріалами, конструкціями та устаткуванням, механізацію робіт, охорону навколишнього середовища, забезпечення якості продукції. При цьому планування заходів з організації ресурсно-логістичного забезпечення будівництва відбувається на етапі розробки проектно-технологічної документації, що включає ПОБ (календарний план будівництва та відомість потреби в будівельних конструкціях, виробках, матеріалах і устаткуванні з розподілом по календарних періодах будівництва) і ПВР (календарний графік виконання робіт або комплексний сітьовий графік, графіки надходження на об'єкт будівельних конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування, комплектувальні відомості, графіки руху робочих кадрів і основних будівельних машин по об'єкту).

Формуючи календарний план будівельних робіт, необхідно вивчити вхідні дані для того щоб мати номенклатуру робіт від початкового етапу підготовки будівництва до заключного етапу. При цьому важливо, щоб в процесі виконання робіт використовувалися найефективніші методи управління ресурсним забезпеченням.

Логічну схему математичного апарату підсистеми «Управління ресурсним забезпеченням», що відображає математичні модулі, побудовані на основі розроблених моделей, показано на рис. 1.

Часовий ряд потреби в ресурсах формується динамічно. В кожен момент часу, фіксується кількість трудових, матеріальних та матеріально-технічних ресурсів, що необхідно залучити до роботи. Для оцінювання ефективності ресурсного потенціалу будівельного підприємства в частині управління матеріальними потоками пропонується створити модель на основі фрактального аналізу. При цьому вважають, що матеріальний потік будівельного підприємства являє собою дискретний часовий ряд без пропусків фіксованої довжини  $\bar{Z} = (\bar{z}_1, \bar{z}_2, \dots, \bar{z}_n)$ ,  $\bar{z}_i$  – дійсне число. Дані беруть з календарних графіків.

Застосовуючи фрактальний аналіз, перевіряємо вхідні на їх цілісність та достатню повноту, рівні персистентності, антиперсистентності та випадковості часового ряду ресурсних потоків (рис. 2).

Залежно від отриманих результатів обираємо найбільш підходящу модель для прогнозування ресурсного потоку (рис. 3).

Якщо часовий ряд випадковий або близький до випадкового, то витрати і надходження матеріальних ресурсів не мають стійкого характеру і розвиток БП не відбувається згідно із запланованим сценарієм. Чим більш персистентний часовий ряд, тим більш трендостійкий рух матеріальних потоків. Причому, якщо ця тенденція зростає, то розвивається ефективно у разі скорочення термінів, або неефективно – у випадку їх зростання.

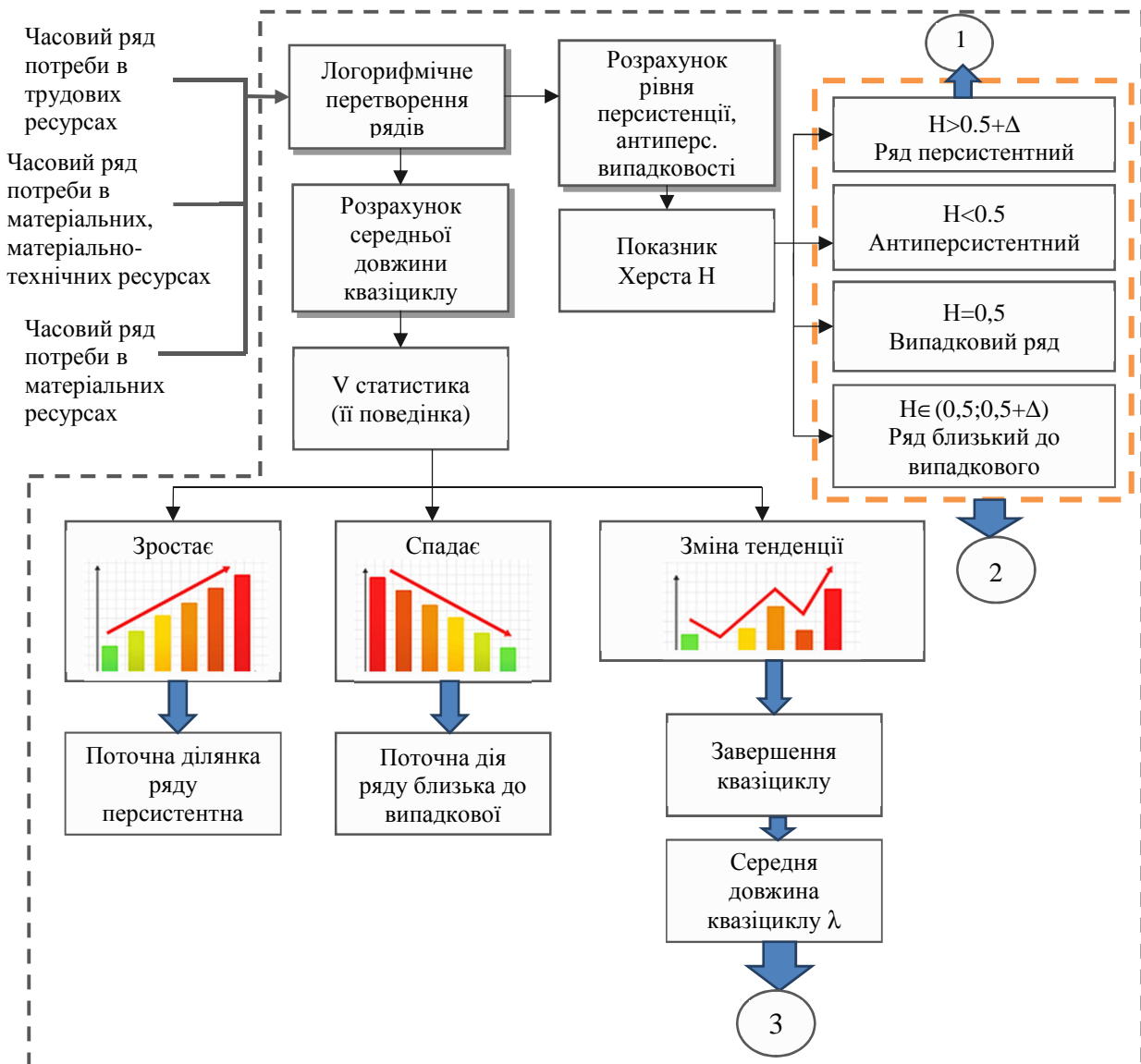


Рисунок 1 – Логічна схема математичного апарату підсистеми «Управління ресурсним забезпеченням» Частина 1. Фрактальний аналіз (див. с. 172)

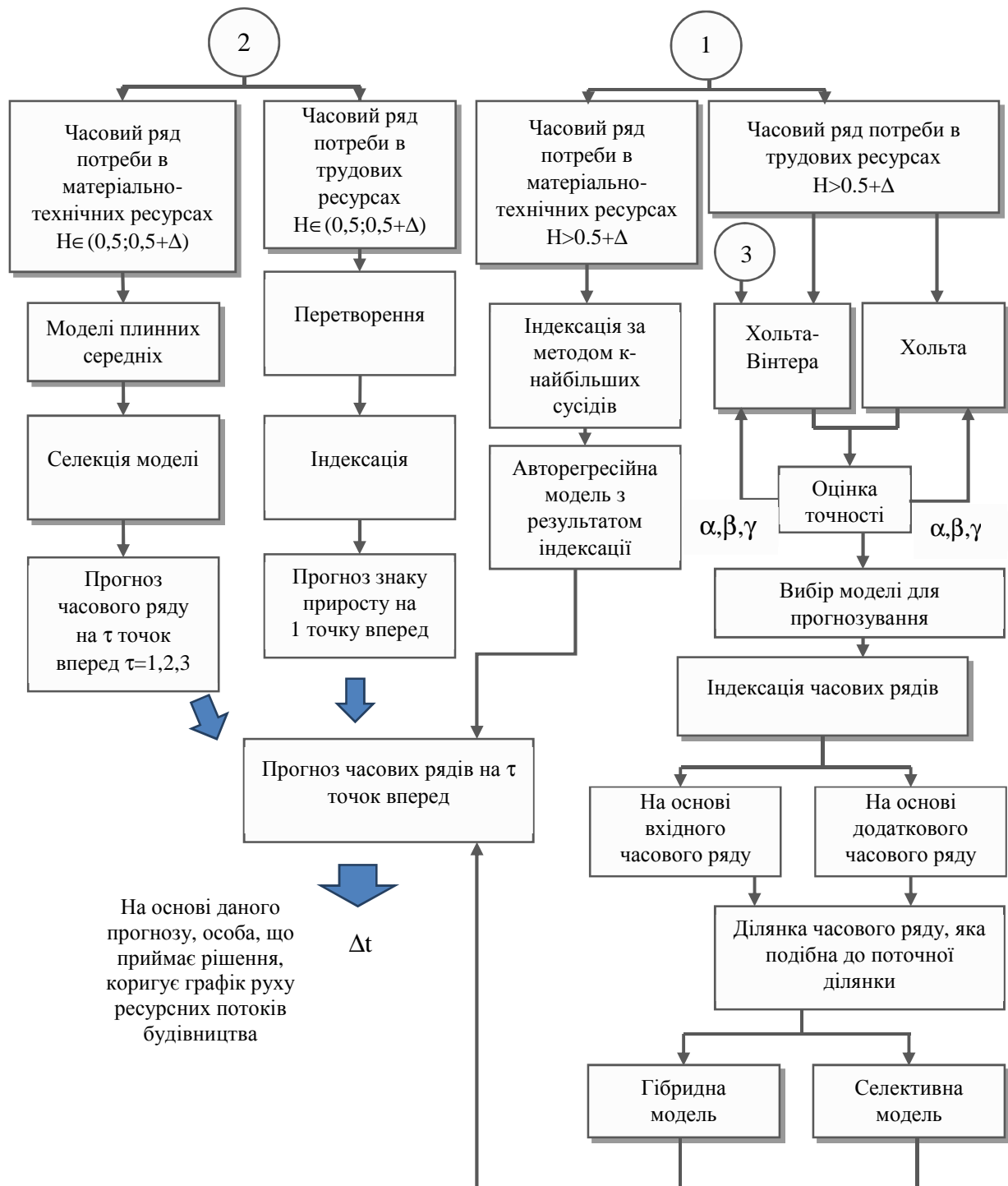


Рисунок 1 – Логічна схема математичного апарату підсистеми «Управління ресурсним забезпеченням» Частина 2. Моделі прогнозування. Закінчення

Таким чином, якщо дані персистентні, їх можна застосовувати як вхідні дані для моделей Хольта та Хольта-Вінтерса (рис. 3). В результаті застосування цих моделей отримаємо конкретне значення відхилення прогнозованих даних від фактичних.

У випадку, якщо дані антиперсистентні, їх використовують в моделі прогнозування знаків приростів (плинні середні), отримуючи в такому

випадку не конкретне значення відхилення, а лише напрямок (+, - чи збіг з фактичними даними, тобто 0) (рис. 4).

Застосування такого коригування дозволить підвищити ефективність ресурсного забезпечення будівництва, орієнтовану на організаційно-технологічні показники, що впливають на надійність та ефективність будівництва.

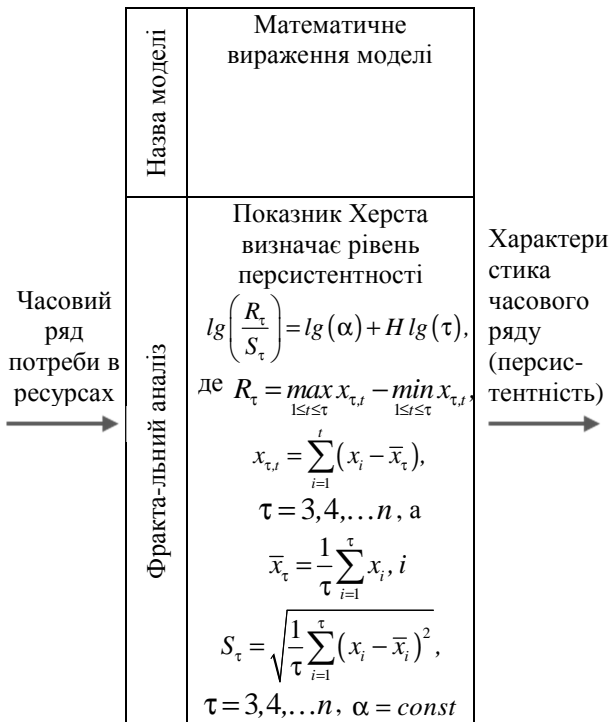


Рисунок 2 – Визначення характеристик числового ряду

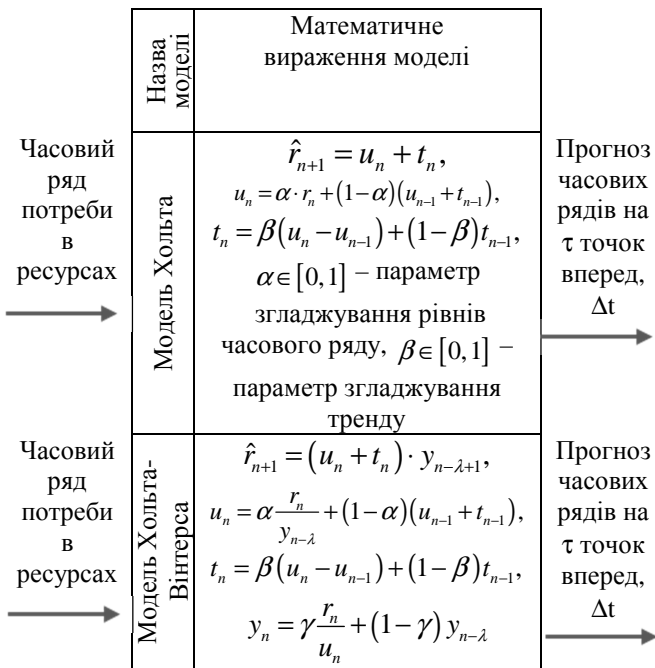


Рисунок 3 – Прогнозування часового ряду за методами Хольта, Хольта-Вінтерса у випадку персистентності даних

Загальна функція підсистеми «Управління ресурсним забезпеченням» – забезпечення діяльності структурних підрозділів підприємства необхідними матеріальними ресурсами (рис. 5). В якості вхідної інформації функцією використовується фінансовий план будівельно-монтажних робіт, проектно-кошторисна документація, інформація про виконання діючого

плану будівельно-монтажних робіт, інформація про стан ринку матеріалів і комплектуючих. Зрештою функція забезпечує інформацію і первинні документи на списання матеріальних цінностей, на виконання будівельно-монтажних робіт і на функціонування підприємства.

З фінансовим планом (бюджетом) пов'язаний спеціальний модуль системи – "Платіжний календар", який призначений для оперативного управління рухом фінансових коштів. У ньому формуються заявки на оплату (фінансові зобов'язання) робіт за договорами будівництва, перевіряється відповідність лімітів, встановлених у фінансовому плані, будується календар оплат, формуються фактичні показники по бюджету.

Всі договори, що належать до будівництва, зв'язуються з пунктами плану будівництва через об'єкти будівництва. Цей зв'язок дозволяє розраховувати обсяги освоєння капітальних вкладень і отримувати повну інформацію з будівництва.

План будівництва містить план робіт по кожному об'єкту будівництва, який може бути створений або по локальних кошторисах, або по каталогах робіт і матеріалів. План робіт є підставою для розрахунку потреби ресурсів для будівельних робіт. Автоматично формуються заявки на матеріально-технічне забезпечення, які об'єднуються в загальний план постачання з урахуванням терміну комплектації, умов постачальників і наявності вільних залишків матеріалів на складі.

З договорами зв'язані оперативні документи (акти, накладні, рахунки-фактури, платіжні документи). Структуруючи інформацію по них, можна отримати фактичні витрати по об'єктах плану будівництва.

Позиції специфікацій актів, накладних, ордерів, договорів можна взяти з кошторису. Для цього передбачена можливість інтеграції із сертифікованою кошторисною програмою ("Кошторис +", "Гектор Кошторисник", А0 та ін.).

Підсистема «Управління ресурсним забезпеченням» імпортує проектно-кошторисну документацію (локальні кошториси, об'єктні кошториси, зведений кошторисний розрахунок) для використання в первинному плануванні та обліку виконання будівельних робіт.

Закупівлі матеріалів і устаткування для будівництва реєструються в модулі "Управління постачанням", а закуплені матеріали і устаткування враховуються в модулі "Складський облік". Документи з руху матеріалів і обладнання містять інформацію про об'єкти будівництва, для яких вони закуплені.

Назва моделі	Математичне вираження моделі
Комбінована селективна модель	$\hat{q}_{n+1} = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s q_{n-i+1}$ – проста плинна середня з періодом $s > 0$ , SMAM( $s$ ); $\hat{q}_{n+1} = \frac{1}{v_s} \sum_{i=1}^s (s-i+1)q_{n-i+1}$ – зважена плинна середня з періодом $s > 0$ , значення $v_s$ визначається сумою $v_s = \sum_{i=1}^s i$ ; WMAM( $S$ ); $\hat{q}_{n+1} = \left( \prod_{i=1}^s q_{n-i+1} \right)^{\frac{1}{s}}$ – геометрична плинна середня, GMAM( $S$ ); $\hat{q}_{n+1} = \left( \prod_{i=1}^s (q_{n-i+1})^{s-i+1} \right)^{\frac{1}{v_s}}$ – зважена геометрична плинна середня з періодом $s > 0$ , $v_s = \sum_{i=1}^s i$ , WGMAM( $S$ )
	Часовий ряд потреби в ресурсах $\rightarrow$

Рисунок 4 – Прогнозування часового ряду у випадку антиперсистентності ряду

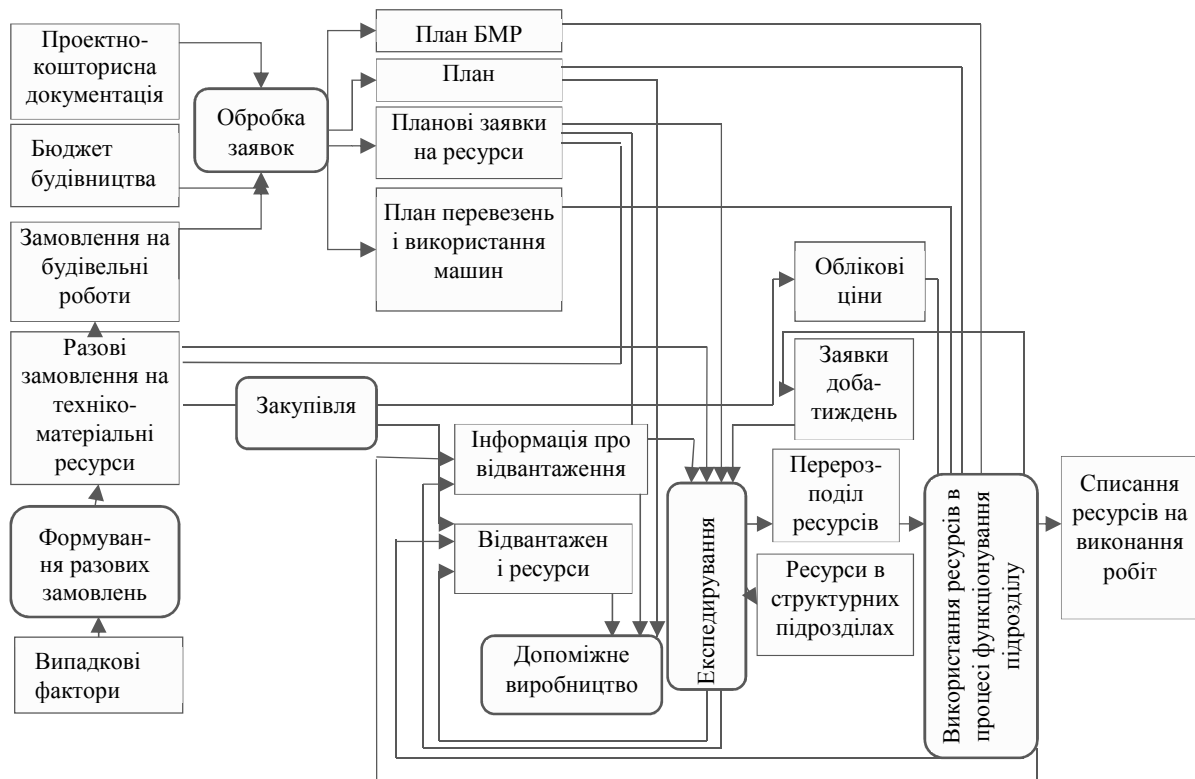


Рисунок 5 – Структурна схема підсистеми управління ресурсним забезпеченням і комплектацією структурних підрозділів будівельного підприємства

Операції для об'єктів будівництва закладені в системі. Після завершення будівництва оформляється акт введення в експлуатацію і об'єкт переводиться в основні кошти. З об'єктами незавершеного будівництва можуть бути виконані різні операції: продаж, списання, переоцінка, переклад в основні кошти, передача між підрозділами.

У кінці чергового періоду виконується перепланування будівництва з урахуванням виконаних робіт, нових лімітів фінансування та нового будівництва. За допомогою типових господарських операцій, що використовують рахунки з аналітикою по об'єктах будівництва, в режимі автоматичного формування створюються необхідні бухгалтерські проводки.

Модуль звітності "БІСУБП" передбачає оперативне отримання будь-якої звітності.

Використовуючи план будівництва та оперативні документи, система видає різні зведені й аналітичні звіти по об'єктах будівництва або по будівництву в цілому, у тому числі автоматизовано заповнюються форми статистичної звітності, звіти виконання робіт по кошторисах, по об'єктах, за витратами та інші.

Керівник підприємства може здійснювати контроль за всіма етапами. Модуль "Керівник будівництва", розроблено спеціально для власників і топ-менеджерів будівельних компаній. За допомогою системи керівники мають можливість оперативно контролювати стан етапів виконання проекту будівництва: від видачі технічного завдання, оформлення дозвільної документації, виконання робіт на об'єкті – до введення об'єкта в експлуатацію та перекладу в основні кошти. Використовуючи модуль «Керівник будівництва», топ-менеджер може проводити моніторинг найважливіших техніко-економічних показників стану об'єктів будівництва як у цілому по будові,

так і по окремих договорах аж до окремого акта виконаних робіт або платежу.

Застосування такого коригування дозволить підвищити ефективність ресурсного забезпечення будівництва, що орієнтовано на організаційно-технологічні показники, які впливають на надійність та ефективність будівництва.

### Висновок

Запропонований підхід до прогнозування ресурсних потоків будівництва дозволяє динамічно в інтерактивному режимі здійснювати управління ресурсним забезпеченням, а також на основі отриманих даних проводити коригування календарних графіків виконання робіт.

Запропонована система дозволяє сформулювати пропозиції щодо збільшення ефективності від використання і розподілу потоків ресурсів. Результати застосування даного ресурсно-логістичного та організаційно-структурного забезпечення будівництва дозволяє провести ефективне планування і прогнозування потреби в ресурсах і, як наслідок, сформулювати календарні графіки виконання будівельних робіт.

### Список літератури

1. Ушацький С.А. Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер: Підручник. – К., 2007. – 521 с.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
3. Дубінін Д.В. Методика удосконалення організаційної структури управління будівельного підприємства шляхом формування системи інформаційного забезпечення / Д.В.Дубінін // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин.: зб. наукових праць. – Вип. 32. – 2014. – С. 250 – 254.
4. Стрижак Т. Г., Коновалова Н. Р. Математический анализ. – К.: Либідь, 1995. – 240 с.
5. 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.
6. Зельцер Р. Я. Эффективность использования средств малой механизации в строительстве УССР [Текст] / А. И. Миняйленко, Р. Я. Зельцер. – 33 с.
7. Доненко В.І. Теоретичні основи оновлення існуючих еволюційних методів вирішення організаційно-технологічних питань у діяльності будівельних організацій / В.І. Доненко, В.М. Погорельцев, Д.О. Приходько // Збірник наукових праць "Управління розвитком складних систем". – 2010. – № 3. – С. 18-22.
8. Поколенко В.О. Модернізація ресурсно-календарних моделей для потреб системного поліпшення процесів організації будівництва / В.О. Поколенко, Ю.А.Чуприна, Д.О. Приходько // Збірник наукових праць "Управління розвитком складних систем". – 2011. – № 5. – С. 30-34.
9. Тугай О.А. Формування сучасних моделей організаційних структур для адаптації будівельного виробництва до євростандартів / О.А. Тугай, Ю.А. Чуприна, О.В. Сліпенчук // Збірник наукових праць "Управління розвитком складних систем". – 2011. – № 6. – С. 77-83.
10. Задоров В.Б. Використання імітаційного моделювання для формування нормативів витрат ресурсів для будівельних процесів / В.Б. Задоров, В.Т. Шпирний, Є.С. Шабала // Збірник наукових праць "Управління розвитком складних систем". – 2013. – № 13. – С. 97-103.

Стаття надійшла до редколегії 16.10.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.А. Тугай, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

**Дубинин Денис Владиславович**

Аспирант кафедры организации строительства, [orcid.org/0000-0002-2044-0631](http://orcid.org/0000-0002-2044-0631)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

## ИННОВАЦИОННАЯ АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ РЕСУРСНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО И ОРГАНИЗАЦИОННО-СТРУКТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

**Аннотация.** Проведен анализ общего состояния ресурсного потенциала и управления ресурсным обеспечением строительства; проведена оценка эффективности использования ресурсов строительного предприятия, прогнозирования ресурсных потоков, планирования ресурсного обеспечения; используется метод фрактального анализа для оценки ресурсных потоков, система адаптивных моделей Хольта, Хольта-Винтерса, текущих средних и т. п. Используется финансовый план строительно-монтажных работ, проектно-сметная документация, информация о выполнении действующего плана строительно-монтажных работ, информация о состоянии рынка материалов и комплектующих. В процессе исследования использовались следующие методы: анализ и синтез, выборочные наблюдения – для получения данных по ресурсному обеспечению строительных предприятий, системный подход (при установлении взаимосвязи составляющих механизма ресурсного обеспечения строительного предприятия).

**Ключевые слова:** строительство; управление ресурсами; прогнозирование; адаптивные методы; ресурсное обеспечение; ресурсные потоки

**Dubinin Denis Vladislavovich**

Student of construction organization, [orcid.org/0000-0002-2044-0631](https://orcid.org/0000-0002-2044-0631)

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

## INNOVATIVE ADAPTIVE MODEL OF RESOURCE AND LOGISTICAL AND ORGANIZATIONAL STRUCTURE TO ENSURE CONSTRUCTION

**Abstract.** The article analyzes the general state of the resource potential and resource management of construction; it is conducted evaluation of resource efficiency of construction company, forecasting resource flows, resource plannings of ware; It was used fractal analysis of method is used to assess the resource flows and system of adaptive models Holt, Holt-Winters fluidmedium and so on. There was used financing plan of construction works, project estimates, information on the implementation of the current plan of construction works, information about the market of materials and accessories. In the study there were used the following methods: analysis and synthesis, sample observation – to obtain data on resource support of construction companies, system approach (in determining the relationship of the components of the mechanism of resource support of construction company).

**Keywords:** building; resource management; forecasting; adaptive methods; resource provision; resource flows

### References

1. Ushatskyi, S.A., Shejko, J.P. & Trigger, G.M. (2007). *Construction management*. Kyiv, Ukraine, 521
2. Mandelbrot, B. (2002). *Fractal Geometry of Natur*. Moscow, Russia: Institute of research of computer, 656.
3. Dubinin, D.V. (2014). *Methods of improving organizational management structure of construction enterprises by creating information system. Ways of increasing the efficiency of construction in terms of market relations: Coll. scientific papers, Vol.3, 250 – 254.*
4. Stryzhak, T.G., Konovalov, N.R. (1995). *Mathematical analysis*. Kyiv, Ukraine: Lybid, 240.
5. Asaul, A.N., Asaul, N.A. & Simeonov A.V. (2009). *Formation and evaluation of management of organization structures in the companies of investment complex [Text]*. St. Petersburg, Russia: Kerosene, 258.
6. Мунуайленко, А.И. & Seltzer, R.J. *Efficiency Using funds Malaya mechanization in the construction of USSR [Text]*, 33.
7. Donenko, V.I. (2010). *Theoretical Foundations of evolutionary upgrade of existing methods for solving organizational and technological issues of construction companies / V.I.Donenko, V.M.Pohoreltsev, D.O.Prikhodko // Management of development of complex systems, 3, 18-22.*
8. Pokolenko, V.A. (2011). *Modernization of resource calendar models for process improvement needs of system construction organization / VA Pokolenko, Yu.A.Chupryna, DO Prikhodko // Managemant of development of complex systems, 5, 30-34.*
9. Tugay, O.A. (2011). *Formation of modern models of organizational structures to adapt to the European standard building production / O.A.Tugay, Y.A.Chupryna, A.V.Slipenchuk // Management of development of complex systems, 6, 77-83.*
10. Zadorov, V.B. (2013). *The use of simulation modeling to create standards for resource costs of building processes / V.B.Zadorov, V.T.Shpyrnyy, E.E.Shabala // Managemant of development of complex systems, 13, 97-103.*

### Посилання на публікацію

- APA Dubinin, Denis (2015). *Innovative adaptive model of resource and logistical and organizational structure to ensure construction. Management of Development of Complex Systems, 25, 170 – 176. [in Ukrainian].*
- ГОСТ Дубінін Д.В. *Інноваційна адаптивна модель ресурсно-логістичного і організаційно-структурного забезпечення будівництва [Текст] / Д.В. Дубінін // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 24. – С. 170 – 176.*