

УДК 69.057.7

Р.С. Пиляєв, пошукувач КНУБА

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

**Вступ. Актуальність проблеми.** Перехід до ринкової економіки став одним з діючих важелів прискореного розвитку будівництва, для якого характерні гнучкість і можливість застосування ефективних машин і технологій.

Сучасне будівництво - це складна структурна система, яку можна розглядати як динамічну і з точки зору системного підходу характеризувати наступними ознаками (рис.1) [1]:

- 1) наявністю двох компонентів - об'єкта і органу управління, пов'язаних між собою прямими та зворотними каналами зв'язку, що утворюють замкнуті контури;
- 2) наявністю мети, критерію ефективності та обмежень;
- 3) наявністю алгоритму і програми керування.

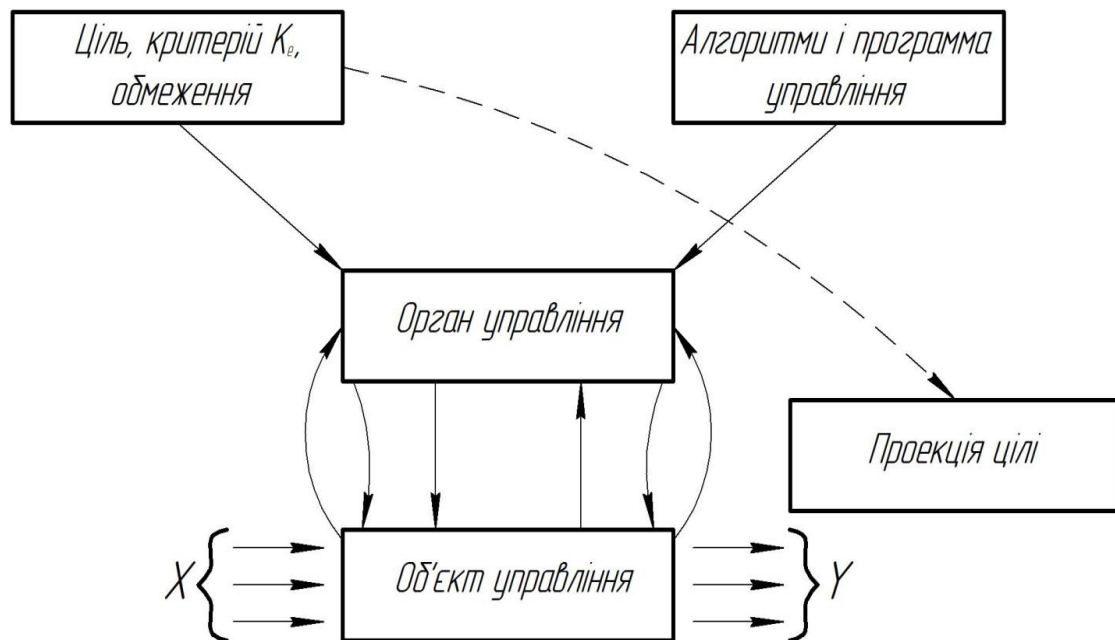


Рисунок 1. Принципова схема керованої системи.

У схемі розглянутої системи присутні зворотні зв'язки - канали між елементами, необхідні для контролю поведінки об'єкта управління і на основі цього видачі оптимальних рішень (команд). Зворотний канал означає зв'язок між виходом якогось елемента та входом того ж самого елемента, здійснювану або безпосередньо, або через інші елементи.

**Методика та результати.** Представляючи будівельне виробництво як керовану систему, в роботі пропонується наступна її структура: вхід - будівельний процес, вихід - регулюючий пристрій. Об'єктом управління є будівельний процес, а органом управління - регулюючий пристрій. На цю систему діє безліч зовнішніх випадкових чинників, що мають різноманітну природу. Вхід системи характеризує сукупність трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів, необхідних для виробництва продукції. Ресурси, організовані в певну послідовність з метою створення закінченого об'єкта, становлять будівельний процес, який являє собою сукупність елементарних будівельних процесів (операцій). Виходом системи є економічні показники, за якими здійснюється вибір

варіантів. З допомогою зворотного зв'язку відбувається регулювання ресурсами на вході і, отже, регулювання самого будівельного процесу. На модельованій системі накладається ряд обмежень, які зв'язують можливі способи дії із зовнішніми обмежуючими чинниками. Розробка структурної схеми дозволяє визначити взаємозв'язок ресурсів процесу, закінченого об'єкту, випадкових факторів, регулюючого пристрою. Крім того, аналіз структурної схеми дає можливість до розробки математичної моделі виключити з розгляду фактори, що мають незначний вплив на систему.

Представляється структурна схема будівельного виробництва (рис. 2), де на вхід системи надходять трудові, матеріальні, енергетичні та фінансові ресурси. Трудові ресурси характеризують трудомісткість будівельного процесу. Матеріальні ресурси - це матеріали, необхідні для виконання будівельного процесу у вартісному вираженні, а також машини і устаткування у вигляді капітальних вкладень. Енергетичні ресурси характеризують потенціал потужностей комплексу машин і механізмів, що використовуються в будівельному процесі. Фінансові ресурси являють собою додатковий ресурс, який забезпечує нормальне функціонування всієї системи при впливі на неї зовнішніх випадкових факторів. Наявність фінансових ресурсів забезпечує можливість вибору технологічного процесу за критерієм оптимальності - мінімуму трудомісткості, так як при використанні цього критерію можливе збільшення кошторисної вартості будівництва. У цьому випадку за рахунок фінансових ресурсів покривається різниця в кошторисних вартостях технологій, обраних по мінімуму приведених витрат і мінімуму трудомісткості.

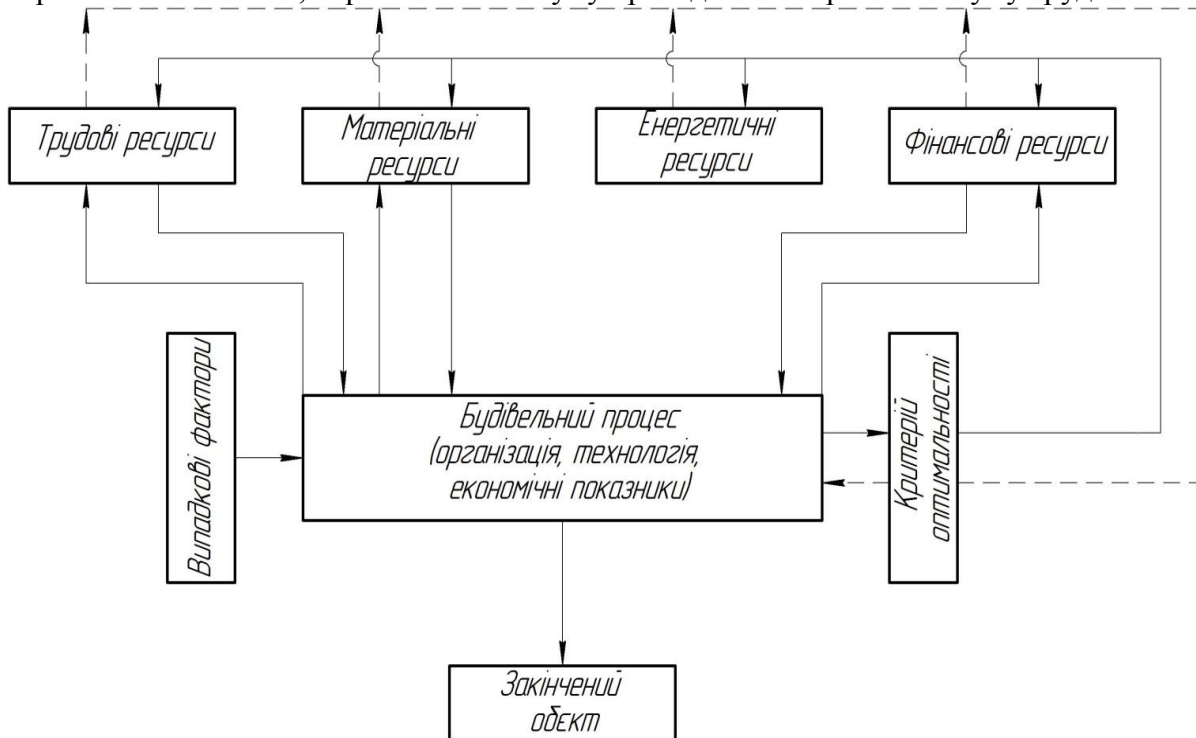


Рисунок 2. Структурна схема будівельного виробництва.

Випадкові фактори, виділені в системі окремим елементом, представляють собою вплив, що носить імовірнісний характер. Всі випадкові фактори можна розділити на основні випадкові збурення і зовнішні зв'язки, що носять також випадковий характер. До випадковим збурень слід віднести:

- 1) втрату трудових ресурсів з різних причин;
- 2) вихід з ладу машин і обладнання;
- 3) упущення в організації праці;
- 4) порушення трудової і технологічної дисципліни.

До зовнішніх зв'язків, що носять випадковий характер, відносяться:

- 1) збої в забезпеченні матеріальними ресурсами;
- 2) вплив погодних умов.

Ресурси, вступаючи в будівельний процес у різних поєднаннях, дозволяють отримати безліч варіантів досягнення мети. На виході ці варіанти порівнюються між собою за прийнятими критеріями, потім вибирається оптимальний варіант. На будівельний процес впливають випадкові фактори, які виводять систему з оптимального стану. Для усунення негативних наслідків і повернення системи в оптимальний режим роботи в будівельний процес вводяться вільні грошові кошти, які грають роль додаткового ресурсу.

Регулюючи функцію виконує оператор, через якого в залежності від отриманої інформації про хід будівельного процесу та його відповідності кінцевої мети подається керуючий сигнал на вхід системи і безпосередньо в блок «Будівельний процес». Вся система функціонує в певному діапазоні, межі якого встановлюються існуючою інформацією про її можливості. Таким чином, інформація у розглянутій структурній схемі грає роль обмеження. Накопичення інформації про об'єкт дозволяє розширити діапазон дослідження системи і збільшити можливості безпосередньо будівельного процесу. При цьому інформація являє собою як би додатковий ресурс системи.

Оскільки в механізованому процесі бере участь комплект машин змінного складу, кожна з яких не забезпечує кінцевої продукції, капітальні вкладення  $K_0$  визначають за формулою [2]:

$$K_0 = \sum \frac{K_{sni} T_{oi}}{T_{zi}}, \quad (1)$$

де  $K_{sni}$  - вартість і-тої машини комплекту, грн.;  $T_{oi}$  і  $T_{zi}$  - кількість годин роботи і-тої машини на об'єкті і в році.

У ряді випадків необхідно в якості критерію оптимальності приймати трудомісткість процесу  $T_p$ . Оптимальний варіант при цьому відповідає мінімальній трудомісткості:

$$T_p = \sum_{i=1}^n \frac{Q}{P_{qi}} n_{pi} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де  $Q$  - обсяг робіт, що виконується в і-тій операції;  $P_{qi}$  - годинна продуктивність комплекту машин, що беруть участь в і-тій операції. Розмірність  $Q_i$  та  $P_i$  різні для кожного виду робіт.

Для здійснення технологічного процесу необхідно, щоб тривалість виконання попередньої операції була дещо меншою тривалості виконання наступної операції (на 2 - 3%):

$$T_{oi} \geq (1,02 - 1,03) T_{oi-1}, \quad (3)$$

де  $T_{oi}$  і  $T_{oi-1}$  - тривалість виконання відповідно наступної і попередньої операцій. У цьому випадку забезпечується максимальна щільність потоку з урахуванням технологічних перерв, що є граничною умовою по кожній операції, що входить до технологічного процесу.

Сумарні наведені витрати на будівельний процес, що складається з  $m$  операцій:

$$\sum_{i=1}^m P_{zoi} \rightarrow \min. \quad (4)$$

За ступенем складності механізованих процесів і операцій розрізняють комплексну механізацію окремих видів робіт (монтаж конструкцій обладнання, доставка вантажів, укрупнювальне складання конструкцій і ін.), комплексну механізацію частини об'єкта, комплексну механізацію зведення будинку й спорудження в цілому. Однак незалежно від окремих видів будівельно-монтажних робіт первинною ланкою системи завжди є комплексна механізація конкретних технологічних операцій і процесів, що виконуються у певній послідовності. Способи комплексної механізації робіт і операцій на реальних об'єктах визначають по схемах комплексної механізації й технологічних картах.

Всі схеми комплексної механізації за видами виконуваних кранами робіт об'єднані в чотири групи [3]:

- зосереджені обсяги механізованих робіт на окремо стоячих споруджуваних і ремонтуваних будинках;
- розосереджені обсяги робіт на лінійно-протяжних спорудженнях



- (облаштованість доріг, трубопроводів і т.д.);
- різнорідні роботи малого обсягу при будівництві будинків і споруджень, у тому числі в сільській місцевості;
  - допоміжні різнорідні роботи, процеси й операції, виконувані кранами на пунктах вантажопереробки (складах, площадках, усередині цехів і корпусів).

Стан комплексної механізації визначається рядом показників:  
рівень комплексної механізації

$$P_k = \left( \frac{V_{к.м.}}{V} \right) \cdot 100\% \quad (5)$$

економічний показник засобів механізації

$$E_n = \left( \frac{B_{к.м.}}{B} \right) \cdot 100\% \quad (6)$$

енергоємність праці

$$E_p = \frac{P}{n_p} \quad (7)$$

енергоємність монтажу

$$M_m = \frac{m}{V} \quad (8)$$

Де  $V_{к.м.}$  – об'єм монтажних робіт, що виконуються засобами комплексної механізації в натуральному вимірі;  $V$  – загальний об'єм робіт в натуральному вимірі;  $B_{к.м.}$  – балансова вартість засобів комплексної механізації;  $B$  – загальна вартість всього об'єму монтажних робіт;  $n_p$  – загальна кількість робочих;

$P$  – загальна потужність двигунів, що застосовуються на засобах комплексної механізації;  $m$  – маса засобів комплексної механізації.

#### **Висновки.**

1. Розглянута загальна структура будівельного виробництва.
2. Запропоновані критерії оцінки комплексної механізації будівництва.

#### *Література*

1. Спектор М.Д. Выбор оптимальных вариантов организации и технологии строительства.- М.:Строиздат, 1980-160с.
2. Черненко В.К.,Яриоленко М.Г.,Батура Г.М. та інші Технологія будівельного виробництва.- К.:Вища школа. 2002.-430с.
3. Назаренко І.І., Гарнець В.М., Свідерський А.Т., і інші. Системний аналіз технічних об'єктів К.:КНУБА, 2009.-164с.