

УДК 69.003.2

В.В. Козик, І.Є. ТимчишинНаціональний університет “Львівська політехніка”,
кафедра економіки і менеджменту
інвестицій та нерухомості**УПРАВЛІННЯ ВИТРАТАМИ БУДІВНИЦТВА ОБ’ЄКТІВ
РЕАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙ**

© Козик В. В., Тимчишин І.Є., 2003

Досліджено об’єктивні взаємозв’язки між основними атрибутами проекту реальних інвестицій на етапі будівництва: час будівництва — витрати будівництва; час будівництва — ризик; ризик — витрати будівництва.

Concept of construction cost management based on functional interconnections between real investment project’s attributes (cost, risk and duration) is the key idea of the article.

Постановка проблеми. Розвиток української економіки переважно пов’язують з підвищенням рівня та ефективності інвестиційної діяльності. Питання інвестування є складним в теоретичному і практичному плані. Їх коренем є капітал, основоположними компонентами якого є кошти і фізичні засоби виробництва. Їх взаємодія є основою майбутніх доходів завдяки спорудженню і введенню в експлуатацію нових об’єктів виробництва. Необхідність підвищення ефективності інвестування змушує учасників інвестиційного процесу використовувати інвестиційні проекти з оптимальними витратами на усі види будівельно-монтажних та інших супутніх робіт. Закономірно постає питання про розроблення та освоєння противитратного механізму у будівництві.

Аналіз останніх досліджень і результатів. Проблема витрат займає центральне місце в економіці будівництва. Розробленням нормативного методу оцінки та обліку витрат у будівництві займались І.І. Каракоз, В.Г. Ізмайлов, М.П. Педан, М.Г. Чумаченко, сучасний узагальнений погляд на концепцію витрат пропонує С.А. Ніколаєва. Значний вклад у вирішення проблем інвестування будівельного комплексу та ціноутворення у будівництві внесли Є.Р. Бершеда, В.Я. Шевчук, А.І. Сухоруков, О.П. Масенко, В.Є. Бондаренко, О.М. Алімов, А.Ф. Гойко та інші, але в цих дослідженнях недостатньо уваги приділено питанням управління витратами у процесі будівництва.

Постановка задач. Управління витратами передбачає вибір оптимального їх значення за певним критерієм: мінімальний час спорудження об’єкта реальних інвестицій, максимальна маса прибутку від реалізації будівельного контракту, мінімальний рівень витрат виробництва будівельної продукції, максимальний рівень надійності контракту тощо. Для вирішення вказаних оптимізаційних задач необхідно, насамперед, встановити та описати взаємозв’язки і залежності між економічними атрибутами проекту створення об’єкта реальних інвестицій.

Виклад основного матеріалу. Управління витратами передбачає вибір оптимального їх значення за певним критерієм: мінімальний час спорудження об'єкта реальних інвестицій, максимальна маса прибутку від реалізації контракту, мінімальний рівень витрат виробництва будівельної продукції, максимальний рівень надійності контракту тощо. Для вирішення вказаних оптимізаційних задач необхідно, насамперед, встановити та описати взаємозв'язки і залежності між економічними атрибутами проекту створення об'єкта реальних інвестицій. Виконаємо дослідження об'єктивних взаємозв'язків між основними атрибутами проекту реальних інвестицій на етапі будівництва:

- час будівництва — витрати будівництва;
- час будівництва — ризик;
- ризик — витрати будівництва,

тобто визначимо залежність час—ризик—витрати або, іншими словами, представимо витрати будівництва функцією часу і ризику:

$$C = f(t, r), \quad (1)$$

де C — витрати виробництва готової будівельної продукції; t — час створення готової будівельної продукції; r — рівень ризику (імовірність спорудження об'єкта протягом часу t).

Визначення виду функції (1) виконуватимемо поетапно, встановивши у першу чергу залежність витрат будівництва (C_t) від часу спорудження об'єкта. З метою елімінування впливу ризиків проекту на вказану залежність вважатимемо, що будівництво здійснюється в умовах повної детермінованості і ціни на готову будівельну продукцію, а ресурси, які використовуються для створення останньої, залишаються на сталому рівні.

Для ідентифікації залежності пропонуємо використати новий, відмінний від традиційного, підхід до систематизації витрат спорудження об'єкта реальних інвестицій:

$$C_t = C_p + C_{ом} + C_{ум} + C_y + C_{ур} + C_{со} + C_n, \quad (2)$$

де C_p — прямі витрати на виконання будівельно-монтажних робіт; $C_{ом}$ — витрати на облаштування будівельного майданчика; $C_{ум}$ — витрати на утримання будівельного майданчика; C_y — витрати на управління будівництвом; $C_{ур}$ — витрати на створення необхідних умов роботи з будівництва об'єкта; $C_{со}$ — витрати на послуги сторонніх організацій; C_n — нарахування, податки та збори, які входять до складу собівартості будівельної продукції (витрат виробництва).

Запропонована система класифікації витрат на будівництво за своєю суттю не суперечить існуючій — склад витрат залишається без змін, змінюється лише їх структура. Проте новий підхід до систематизації має на меті точно і об'єктивно оцінити витрати спорудження кожного конкретного об'єкта з врахуванням специфічних умов виконання робіт та будівництва загалом, а також технічних, технологічних та управлінських можливостей реалізації проекту конкретною підрядною організацією. Крім того, запропонована класифікація дозволяє виявити основні чинники впливу на витрати будівництва, а отже, встановити потенційні інструменти управління останніми.

Основна частина витрат спорудження об'єкта — прямі витрати на виконання будівельно-монтажних робіт. Ці витрати залежать від технології та організації будівництва, від рівня концентрації та інтенсивності використання потенціалу залучених трудових і технічних ресурсів, що у кінцевому підсумку відображається тривалістю виконання робіт.

Управління тривалістю роботи у межах певного технологічного способу здійснюється за рахунок зміни кількості ланок робітників. (Ланка — технологічно обґрунтована мінімальна чисельність робітників при виконанні роботи). У міру насичення фронту робіт

та досягнення межі технологічних можливостей виробничих процесів доводиться переходити на двозмінну, а пізніше і тризмінну роботу. У випадках підвищення інтенсивності використання трудових ресурсів за рахунок роботи у дві й три зміни продуктивність праці знижується. Дослідженнями [2, с. 34] встановлено, що продуктивність праці робітників у другу зміну в середньому на 10 %, а у третю — на 20 % нижча, ніж у першу. Вказане зниження відображається коефіцієнтом зміни виробітку залежно від робочої зміни (k_{1iz}). При збільшенні числа робітників на одиниці фронту робіт погіршуються умови виконання роботи, і, як наслідок, виробіток зменшується: $dk_{2iz}/dn_i = 0,025 — 0,04$ [2, с. 33]. Отож, виробіток залежить від режиму та умов роботи і впливає на загальні витрати праці, що відображається зміною терміну здійснення виробничих процесів. Загалом тривалість роботи становить:

$$t_i = \frac{Q_i}{\sum_{z=1}^3 N_{iz} * n_{iz} * B_i * k_{1iz} * k_{2iz} * t_z}, \quad (3)$$

де i — індекс, який позначає окрему роботу, $i=[1,W]$; t_i — тривалість виконання i -ї роботи; n_{iz} — технологічно обґрунтована мінімальна чисельність робітників для виконання роботи у відповідну зміну (кількість робітників у ланці); z — номер зміни, $z=[1,3]$; N_{iz} — кількість ланок робітників у кожній зміні; B_i — виробіток одного робітника за годину праці у відповідній зміні; k_{1iz} — коефіцієнт зміни виробітку залежно від робочої зміни; k_{2iz} — коефіцієнт зміни виробітку залежно від концентрації трудових ресурсів на одиниці фронту робіт; t_z — тривалість відповідної зміни.

Залежно від значення наведених вище чинників тривалість виконання роботи змінюється у межах:

$$t_{i \min} \leq t_{iz} \leq t_{a \max}. \quad (4)$$

Мінімальний термін виконання роботи визначається за умови праці у три зміни при максимальному рівні концентрації трудових ресурсів у межах наявного фронту робіт без порушення технологічних вимог, вимог охорони праці, виробничої санітарії та техніки безпеки, а максимальний — при роботі однієї ланки в одну зміну.

Підвищення інтенсивності виконання робіт супроводжується зниженням продуктивності, а отже, збільшенням витрат праці, що, у свою чергу, призводить до відносного зростання чисельності робітників, а збільшення тривалості виконання виробничих процесів (за рахунок зниження інтенсивності) забезпечує підвищення виробітку, а отже — економію трудовитрат. Якщо витрати праці становлять:

$$T_{Pi} = t_i * \sum_{z=1}^3 N_{IZ} * n_{iz} * t_z, \quad (5)$$

то їх зміна, викликана зміною виробітку, становить:

$$\frac{dT_{Pi}}{dB_i} = - \frac{Q_i}{\left(\sum_{z=1}^3 B_{iz} * k_{1iz} * k_{2iz} \right)^2}, \quad (6)$$

де T_{Pi} — витрати праці на виконання роботи при кожному значенні тривалості останньої.

Кожному значенню терміну виконання роботи відповідає певний рівень прямих витрат: на основну заробітну плату робітників, на матеріали та на експлуатацію машин і механізмів. Витрати на основну заробітну плату ($C_{iz}^{зн}$) становлять:

$$C_t^{3n} = t_i * \sum_{z=1}^3 Z_{iz} * N_{iz} * n_{iz} * t_z, \quad (7)$$

або

$$C_t^{3n} = T_{pi} * Z_{iz}, \quad (8)$$

де Z_{iz} — заробітна плата одного робітника за одиницю часу (одну годину).

Якщо взяти до уваги, що $Z_{iz} = \text{const}$, то витрати на заробітну плату залежать, як бачимо, від витрат праці на виконання роботи, а останні є функцією виробітку (6), отож, витрати на заробітну плату зростають у міру зменшення продуктивності праці, тобто у міру скорочення терміну виконання роботи. Збільшення інтенсивності ведення робіт, викликане необхідністю скорочення термінів виконання виробничих процесів, супроводжується збільшенням витрат на заробітну плату, а отже, між рівнем витрат на заробітну плату та тривалістю виконання будівельно-монтажних робіт існує обернена залежність, а функція, яка описує вказану залежність, є спадною. Якщо врахувати, що виробіток є функцією часу виконання роботи, то залежність між терміном виконання роботи і витратами на заробітну плату можна проілюструвати рисунком.

Витрати на матеріали, необхідні для виконання певної роботи, можна оцінити так:

$$C_t^m = t_i * \sum_{j=1}^M \frac{q_{ij}}{m_{ij}} * P_j, \quad (9)$$

де j — індекс, який позначає певний матеріал; $j=[1, M]$; q_{ij} — обсяг одноденного споживання j -го матеріалу при виконанні i -ї роботи; m_{ij} — необхідна потреба j -го матеріального ресурсу для виконання i -ї роботи; P_j — ціна одиниці матеріального ресурсу франко-приоб'єктний склад

або:

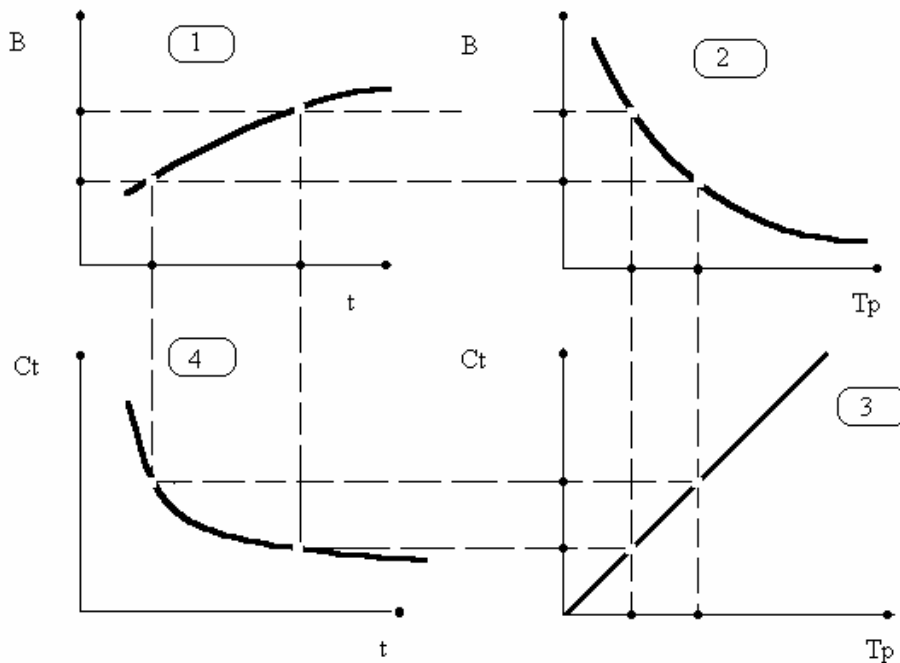
$$C_t^m = Q_i * \sum_{j=1}^M \frac{P_j}{m_{ij}}, \quad (10)$$

що аналітично підтверджує: сума витрат на матеріали (у складі прямих витрат) не залежить від тривалості виконання будівельно-монтажних робіт (за умови незмінності цін).

Для визначення витрат на експлуатацію машин і механізмів слід, насамперед, встановити час роботи комплекту машин на виконання кожної із будівельних робіт (t_{iM}):

$$t_{iM} = \frac{Q_i}{\sum_{z=1}^3 \sum_{g=1}^G N_{giz} * n_{giz} * V_g * k_3 * k_4 * k_5}, \quad (11)$$

де g — індекс, що позначає комплект машин і механізмів, які використовуються при виконанні i -ї роботи; $g = [1, G]$; N_{giz} — кількість комплектів машин і механізмів, які використовуються у кожній зміні; n_{giz} — кількість елементів основних фондів, які входять до складу комплекту машин і механізмів; V_z — продуктивність однієї машини в зміну; K_3 — коефіцієнт використання комплекту машин і механізмів за часом протягом змін; K_4 — те ж по потужності; K_5 — коефіцієнт календарного річного фонду роботи машин.



Визначення залежності між часом виконання роботи та витратами на заробітну плату робітників: 1 — залежність між часом виконання роботи та виробітком одного робітника; 2 — залежність між виробітком та витратами праці на виконання роботи; 3 — залежність між витратами праці та витратами на заробітну плату; 4 — залежність між часом виконання роботи та витратами на заробітну плату

У будівництві праця робітників є критичним (обмежуючим) чинником, який визначає часові параметри виробничих процесів, тому час роботи комплектів машин і механізмів, кількість технологічних комплектів та їх склад повинні відповідати параметрам, які встановлено для роботи робітників при виконанні будівельно-монтажних робіт. Виходячи із вимог технології, час роботи машин та механізмів (t_{iM}) становить:

$$t_{iM} = t_i, \quad (12)$$

а кількість комплектів відповідає числу ланок (бригад) робітників. У випадку, якщо комплект машин і механізмів задіяний при виконанні лише однієї роботи, дійсний час його роботи може бути:

$$t_{iM} < t_i, \quad (13)$$

що є ілюстрацією нераціонального використання технічних засобів за часом — простоїв техніки з організаційних причин:

$$\frac{t_{iM}}{t_i} = k_{6i}, \quad (14)$$

де k_{6i} — коефіцієнт інтенсивності використання машин і механізмів протягом зміни при виконанні певної роботи.

Технологічні характеристики комплекту машин і механізмів (потужність, продуктивність, фонд робочого часу тощо), достатні для виконання роботи у встановлені терміни (t_i), можна визначити із рівнянь (11), (12). Саме ці характеристики і виконують роль чинників управління витратами на експлуатацію машин і механізмів. Якщо $t_{iM} > t_i$, то або технічні параметри комплекту є недостатніми, або ж організація робіт — незадовільна

(останнє проявляється низьким рівнем використання елементів основних фондів за часом і потужністю).

Для скорочення втрат часу роботи машин переважно застосовують універсальні комплекти машин і механізмів, які обслуговують виконання переважної більшості будівельно-монтажних робіт (так званий ведучий комплекс) або декількох робіт чи технологічних комплексів. У такому випадку час роботи комплекту машин і механізмів становить:

$$t_M = \max \{ t_i \}. \quad (15)$$

Витрати на експлуатацію машин і механізмів у складі прямих витрат містять заробітну плату механізаторів (робітників, які управляють машинами), вартість палива та інших енергоносіїв, мастильних матеріалів, запасних частин, амортизацію основних засобів, орендну плату, якщо така передбачена тощо.

Заробітна плата механізаторів становить:

$$C_t^{3nM} = t_i * \sum_{z=1}^3 \sum_{g=1}^G N_{giz} * n_{Mz} * t_z * Z_{Mz}, \quad (16)$$

де Z_{Mz} — середньогодинна заробітна плата робітників, які управляють машинами і механізмами; N_{Mz} — кількість робітників, які обслуговують кожну із машин у комплекті (склад ланки механізаторів).

Оскільки вказані витрати залежать від часу виконання будівельно-монтажних робіт основними робітниками, режиму та умов роботи, зміна їх у часі описуватиметься залежністю, характерною для динаміки заробітної плати основних робітників: підвищення інтенсивності супроводжуватиметься зростанням витрат, а збільшення тривалості — скороченням витрат на заробітну плату механізаторів.

Амортизація у складі витрат на експлуатацію машин і механізмів становить:

$$C_t^{AM} = t_i * \sum_{g=1}^G \frac{A_g}{360} * \Phi_g * N_g^M * n_g, \quad (17)$$

де N_g^M — скоректована кількість комплектів машин і механізмів, з врахуванням використання останніх за часом протягом зміни, протягом року, а також — використання за потужністю; A_g — річна норма амортизаційних відрахувань; Φ_g — початкова вартість елемента основних фондів.

$$N_g^M = \frac{N_g}{k_3 * k_4 * k_5}, \quad (18)$$

$$N_g = \sum_{i=1}^W \sum_{g=1}^G N_{gi}. \quad (19)$$

Традиційно амортизацію відносять до умовно-постійних витрат, розміри яких зростають у міру збільшення тривалості виконання роботи. Проте слід зазначити, що залежність між масою амортизаційних відрахувань та часом виконання роботи не описується лінійною функцією. Скоректована (фактична) кількість комплектів машин і механізмів змінюється залежно від режиму виконання будівельно-монтажних робіт з врахуванням обмежень за календарним річним та змінним фондом часу роботи машин:

$$N_g^M \neq \text{const};$$

$$dC_{tg}^{AM} / dN_g^M = \frac{A_g}{360} * \Phi_g * \left(-\frac{N_g}{(k_3 * k_4 * k_5)^2} \right) * t_i. \quad (20)$$

Виконані дослідження доводять, що між часом виконання роботи та розмірами амортизації у складі прямих витрат існує пряма залежність, а функція, яка описує вказану залежність, є спадною.

Витрати на енергоносії та мастила для експлуатації машин і механізмів можна визначити так:

$$C_t^E = \sum_{e=1}^E \sum_{g=1}^G \sum_{z=1}^3 E_g * P_e * T_M, \quad (21)$$

де e — індекс, який позначає певний енергоносіє; $e=[1, E]$; E_G — питома потреба енергоносія для експлуатації кожної машини на одиницю відпрацьованого часу; P_e — ціна одиниці енергоносія певного виду; T_M — машиномісткість роботи.

$$T_M = t_I * \sum_{g=1}^G \sum_{z=1}^3 N_{giz} * n_{giz} * k_3 * k_3 * k_5 * t_z. \quad (22)$$

Вказані витрати залежать від машиномісткості, а остання — пов'язана з трудовитратами на виконання роботи, отож, зміна витрат при зміні тривалості описується залежністю, характерною для динаміки вартісної оцінки витрат праці основних робітників з врахуванням ефективності використання машин за часом та потужністю. Отже, між розміром витрат на енергоносії у складі витрат на експлуатацію машин і механізмів та часом виконання роботи існує обернена залежність.

Решту витрат, які входять до складу витрат на експлуатацію машин та механізмів, з допустимим наближенням можна трактувати такими, що не залежать від продуктивності та інтенсивності процесу виконання роботи; їх зміна описуватиметься функціями, аналогічними залежності амортизації від часу виконання роботи.

Висновки. Дослідження залежності прямих витрат (C_p) від часу виконання роботи дозволили виявити, що окремі елементи витрат змінюються так:

- витрати на заробітну платню робітників (у тому числі механізаторів) зростають у міру скорочення часу виконання роботи;
- витрати на амортизацію (або орендну плату) зростають (сповільнено) при збільшенні термінів реалізації виробничих процесів;
- матеріальні витрати поступово збільшуються при зниженні інтенсивності ведення окремих будівельно-монтажних робіт (за рахунок збільшення матеріальних витрат у складі витрат на експлуатацію машин і механізмів).

Наведені результати є підсумком лише однієї із складових дослідження витрат виробництва готової будівельної продукції. Вимагають детального вивчення взаємозв'язки: час будівництва — ризик та ризик — витрати будівництва для всіх елементів та статей витрат.

1. Масенко О.П., Козик В.В., Лагутін Г.В. *Інвестування: будівельна економіка.* — Львів: ОКСАРТ, 1998. 2. Спектор М.Д. *Выбор оптимальных вариантов организации и технологии строительства.* — М.: Стройиздат, 1980.