

DOI: 10.13140/RG.2.1.2447.5609

УДК 65.149

**Петренко Віталій Олександрович**

Доктор технічних наук, професор кафедри інтелектуальної власності, ORCID:0000-0001-5017-1674

Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ

**Мазов Максим Михайлович**

Здобувач кафедри управління проектами, ORCID: 0000-0003-0157-7816

Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ

**УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ  
МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Анотація.** Проблема управління розвитком підприємств характеризується великою кількістю різноманітних аспектів. Розглянуто поняття «проект модернізації» для металургійних підприємств та пов'язані з ними ризики. При реалізації проектів модернізації особливого значення набуває їх всебічна оцінка на етапі планування. Визначено, що якість реалізації таких проектів в умовах діючих підприємств залежить від ступеня підготовленості організаційної системи до впровадження нових технологій. Запропоновано використання закону варіативності інновацій для планування проектів. Для визначення інноваційності робіт у проектах запропоновано п'ять критеріїв, які характеризують готовність підприємства до проекту модернізації. Визначено подальші перспективні напрямки вдосконалення роботи підприємства з урахуванням сучасних вимог і фінансових можливостей власників підприємства.

**Ключові слова:** конкурентоспроможність підприємства; проект модернізації; технічне переобладнання; комплексна оцінка; внутрішні капіталовкладення

**Постановка проблеми**

Останні роки зростає інтерес до дисципліни «Управління проектами» як інструменту трансформації та розвитку економіки та суспільства в цілому [6; 7; 11]. В умовах зростаючої конкуренції та глобалізації світового ринку в Україні є величезний потенціал підприємств, що потребують інноваційного розвитку через проекти.

Проблема управління розвитком характеризується великою кількістю різноманітних аспектів, її дослідження здійснюється в рамках багатьох галузей наукових знань. Управління проектами розглядає розвиток організації через практичну реалізацію проектів із застосуванням системного підходу та математичного моделювання процесів розвитку. Застосування математичних методів та моделей в дослідженні розвитку систем передбачає використання математичних законів, як засобу одержання теоретичних і практичних результатів.

**Зв'язок проблеми з науковими  
та практичними завданнями**

На сьогодні проектні менеджери багатьох компаній навчилися використовувати у своїй практиці різні інструменти визначення цінності інновацій у загальній системі активів організації. Високий рівень

інноваційності проектної діяльності відкриває для підприємств нові, часом невидимі на етапі проектування, перспективи. Майстерність проектного менеджера проявляється через уміння знайти компроміс між ризиками інноваційного проекту та економічною вигодою від його реалізації [3]. У загальному випадку управлінське завдання полягає не в усуненні всіх наявних в організації проблем, а в тому, щоб сконцентруватися на проблемах, значущих для поточної стадії життєвого циклу підприємства та ефективно впоратися з ними [4].

**Аналіз останніх публікацій**

Сьогодні відповідно до чинних стандартів проект модернізації – це комплекс взаємозалежних заходів інвестиційного характеру щодо запровадження науково-технічних розробок у виробництво [5]. Аналізуючи різні визначення поняття “модернізація”, можна дійти висновку, що специфічний зміст такого проекту складають зміни, пов'язані з переобладнанням і зміною технологічних процесів, а головною функцією управлінської діяльності є прогнозування ризиків впровадження інновацій.

Щодо технічних систем Р. С. Альтшулер [6] виділив п'ять рівнів інноваційних рішень від локальних змін до принципових нових систем залежно від кількості «проб і помилок», необхідних для знаходження найкращого кінцевого рішення.

На відміну від нього, Р. Берт [5] виділив три типи інновацій: радикальні, модифікаційні і комбіновані. Модифікаційні і комбіновані інновації Р. Берт вважав такими, у яких ризики можуть бути передбачуваними. Що стосується радикальних інновацій, то він вважав, що їх ризики взагалі неможливо передбачити.

Таким чином, при реалізації інноваційних проектів виникає певне суперечення. З одного боку, підприємству потрібні інноваційні проекти для підвищення конкурентоздатності, а з другого боку, дуже радикальні зміни ставлять під загрозу існування самого підприємства. Отже, потрібен новий підхід, який би дозволяв визначити допустимі ризики реалізації проекту модернізації в умовах діючого підприємства. Насамперед для підвищення якості управління проектами модернізації необхідно удосконалення методів планування. Найзручнішими для практичного застосування при реалізації трансформаційних змін є методи математичного прогнозування зношення обладнання за різними рівнями агрегованих планів. При цьому чим вище рівень планування, тим більше агрегованою, узагальненою має бути управлінська інформація [10].

### **Формулювання проблеми**

Дедалі більше керівників підприємств розуміють, що технології є істотною частиною корпоративних активів, якими можна управляти аналогічно управлінню фінансами та персоналом.

Значну роль у управлінні технологією відіграє прогнозування і стратегічне планування модернізації виробництва. Вже на стадії інноваційного проекту очікувані параметри розробки слід порівняти з прогнозованим розвитком відповідних технологій і продуктів [8]. Результати подібного прогнозування мають стратегічне значення для розробки довгострокових програм модернізації виробництва. На жаль, методи та інструменти технологічного планування і прогнозування у модернізаційних проектах є недостатньо досконалими.

Технологічне прогнозування визначають як «пророцтво майбутніх характеристик використовуваних машин, технологій чи методів». У цьому вислові наголошується на практичних засадах використання технологій. Технологічне прогнозування визначене як «зусилля щодо проектування технологічних можливостей на потрібний проміжок часу з єдиною метою передбачення можливих змін» [6]. Справді, у вузькому значенні прогнозування означає пророцтво, однак у ширшому значенні прогноз розуміє опис певних очікувань щодо реалізації інноваційного проекту.

При реалізації проектів модернізації особливе

значення набуває їх всебічна оцінка на етапі планування і тут відсутність потрібної інформації може зіграти вирішальну роль. Відсутність такої інформації породжує ризики неточності планування, що у свою чергу ставить під загрозу успішність проекту. Однак, практично на кожному підприємстві, на оперативному рівні існує детальна інформація, яку можна використовувати для створення планів проектів модернізації.

### **Вирішення проблеми**

На сьогодні у сфері металургійного виробництва гостро стоять завдання прийняття рішень під час перспективного планування ремонтних робіт. Інноваційні проекти відрізняються від будь-якого виробничого процесу величезною варіативністю під час виконання завдань, що може поставити під загрозу не тільки реалізацію проекту, але і існування всього підприємства. Необхідними елементами раціонального управління проектами модернізації металургійних підприємств є прогнозування фізичного зношення обладнання і перспективне планування ремонтно-відновлювальних робіт. Перспективне планування ремонту металургійного обладнання необхідне для забезпечення належного утримання та експлуатації обладнання з найменшими витратами, забезпечення своєчасності проектів модернізації [2]. Завдання перспективного планування ремонтно-відновлювальних робіт можна розділити на два завдання: прогнозування фізичного зношення обладнання і формування програми модернізації.

Прогнозування фізичного зношення здійснюється за нормативами або на основі регресійної моделі. Модель дозволяє встановити залежність фізичного стану конструктивного елемента обладнання в наступний момент часу залежно від його стану в попередні моменти часу та стану інших конструктивних елементів. До регресійних методів належать: екстраполяція тенденцій; періодичні та серійні оцінки; регресійний аналіз на основі економетричних моделей; аналіз S-подібних кривих; аналіз історичних аналогій; матриці входу-виходу.

Результати прогнозу використовуються у процесі формування програми модернізації всього виробничого фонду підприємства. За ознакою фізичного зношення обладнання поділяють на групи, що визначають підхід до планування проектів модернізації виробництва. Для однієї з таких груп проводиться пошук раціонального плану модернізації обладнання на основі оцінки ринкової вартості майбутніх витрат та технологічних вимог.

Розглянемо докладніше задачу прогнозування фізичного зношення обладнання. Прогнозуванню піддається фізичне зношення окремих елементів

обладнання. При плануванні проекту отримання величини фізичного зношення може ґрунтуватися на екстраполяції кривої зношення за допомогою регресійної моделі [1].

В якості вихідних даних для прогнозування використовуються ряди оцінок фізичного зношення конструктивних елементів обладнання. Значення фізичного зношення  $i$ -го конструктивного елемента в момент часу  $T+r$  визначається за такою регресійною моделлю (1):

$$y_{i,T+r} = \sum_{t=T-E}^T \sum_{j=1}^N a_{i,j,t} \phi_{i,j}(y_{j,t}), \quad (1)$$

де  $y_{i,T+r}$  – значення зношення конструктивного елемента через інтервал часу  $r$  з моменту останнього обстеження;  $a_{i,j,t}$  – коефіцієнти регресії, що визначаються за експериментальними даними;  $E$  – кількість складових регресії;  $\phi_i(y_{j,t})$  – базисні функції, які визначаються за умови максимальної адекватності моделі.

Дана модель дозволяє здійснити прогнозування зношення конструктивних елементів обладнання на основі залежності фізичного стану в наступний момент часу від стану в попередні моменти часу та стану сполучених конструктивних елементів. Іншими словами, при прогнозуванні фізичного зношення використовуються не тільки дані про динаміку змін стану прогнозованого конструктивного елемента, але і дані про інші конструктивні елементи, які безпосередньо впливають на прогнозований елемент.

Описаний вище підхід має обмежене застосування. Це пов'язано з тим, що не для всіх типів устаткування є ряди послідовних оцінок фізичного зношення конструктивних елементів. У разі відсутності даних, необхідних для побудови регресійної моделі, можна здійснити прогнозування спрощено за допомогою лінійної функції (1) на основі нормативних даних:

$$y_{T+r} = d_T + \frac{(T+r)}{Tn} D, \quad (2)$$

де  $T$  – момент часу останнього обстеження конструктивного елемента;  $d_T$  – фактичне фізичне зношення в момент часу  $T$ ;  $Tn$  – нормативний термін експлуатації;  $D$  – експертна оцінка зношення конструктивного елемента до кінця нормативного терміну експлуатації.

Фізичне зношення обладнання підприємства в цілому [4] обчислюється як середньозважене значення фізичного зношення складових його конструктивних елементів:

$$y_o = \sum_{i=1}^N l_i y_i, \quad (3)$$

де  $y_o$  – фізичне зношення одиниці обладнання;  $y_i$  – фізичне зношення окремого вузла;  $l_i$  – коефіцієнт, відповідний частці відновлювальної вартості окремого конструктивного вузла обладнання в загальній відновній вартості обладнання;  $N$  – число окремих конструктивних вузлів обладнання.

Процеси планування належать до найважливіших процесів проекту, оскільки планування допомагає трансформувати бачення проекту, що описано в якісних категоріях, в структуровану модель, тобто перевести складну слабозначену задачу в задачу, що має кількісне рішення. Сутність планування полягає у фіксуванні способів досягнення визначених цілей шляхом формування комплексу процесів, що повинні бути реалізовані [3; 4].

При формуванні програми модернізації виробництва залежно від фізичного зношення устаткування для прийняття рішення використовується один з критеріїв (рисунок).

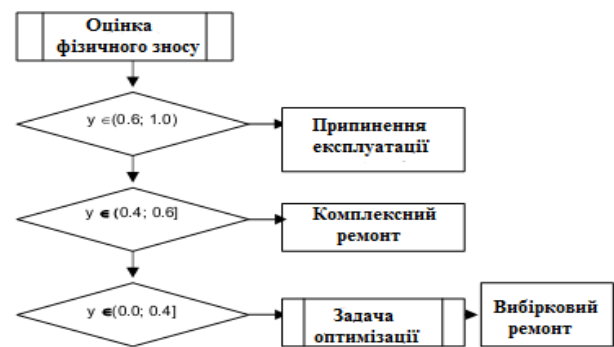


Рисунок – Визначення програми модернізації виробництва за величиною фізичного зношення обладнання

1. Аварійний стан (фізичне зношення – від 0,6 до 1,0). Рішення про можливість продовження експлуатації даної одиниці обладнання і про затвердження комплексного ремонту приймається спеціалістами-експертами.

2. Фізичне зношення від 0,4 до 0,6. В цьому випадку проводиться комплексний капітальний ремонт, в першу чергу для одиниць обладнання з найбільшим зношенням.

3. Значення фізичного зношення лежить в межах від 0,0 до 0,4. В цьому випадку проводиться вибірковий капітальний ремонт. Рішення щодо розподілу фінансових коштів приймається за наслідками рішення оптимізаційної задачі, критерієм якої є максимізація економічного ефекту від проведення відновлювальних робіт.

Для рішення оптимізаційної задачі формування програми модернізації виробництва необхідно визначити критерій оптимальності і декілька

величин, залежних від ступеня фізичного зношення. До цих показників належать витрати на ремонт  $B(y)$ , час ремонтних робіт  $t(y)$  та економічний ефект від ремонту  $E(y)$ . Дані залежності не мають аналітичного виразу, але можуть бути задані табличним методом за допомогою експертних оцінок окремо для кожного типу обладнання.

Оптимізація розподілу фінансових коштів заснована на тому, що ринкова вартість виробничого фонду збільшується після ремонту. Різниця між збільшенням вартості обладнання та витрат на модернізацію може бути прийнята в якості критерію оптимальності:

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=0}^{T-t_{ij}} x_{ijt} (E_{ijt} - B_{ij}) \rightarrow \max. \quad (4)$$

У формулі введено булеві змінні  $x_{ijt}$ , де  $x_{ijt} = 1$ , якщо проект  $i$  фінансується в рік  $t$ , якщо ні, то  $x_{ijt} = 0$ .

Оптимізаційна задача зводиться до визначення максимального сумарного економічного ефекту за формулою (4) за наявності відповідних обмежень.

У задачі прийнято обмеження на обсяг фінансових засобів та на кількість одночасно реалізованих проектів модернізації. Для оцінки відхилень тривалості проектів від запланованих термінів пропонується використовувати рівняння закону варіації інновацій, розроблене математиками Полачеком і Кінчиним [9]. Рівняння дозволяє підрахувати час відхилення виконання інноваційних робіт від запланованого терміну за формулою:

$$t_1 = t_0 \left( \frac{1}{N+1} \right) \left( \frac{\rho^2}{1-\rho} \right) C^2, \quad (5)$$

де  $t_1$  – розрахункова тривалість роботи;  $t_0$  – початкова тривалість роботи;  $N$  – кількість резервних спеціалістів;  $\rho$  – коефіцієнт завантаження критичного ресурсу для виконання роботи;  $C$  – коефіцієнт варіації інновації. При цьому коефіцієнт варіації інновації визначається формулою:

$$C = \frac{\sigma}{\mu}, \quad (6)$$

де  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення;  $\mu$  – математичне сподівання.

Згідно з рівнянням (5) на час виконання інноваційних робіт впливають три чинники: середній час, відсоток використання ресурсів та кількість підготовленого персоналу.

Таким чином, у інноваційних проектах велика частина варіацій викликана чинниками, які

менеджери можуть контролювати, такими як зміна змісту проекту або підготовка резервних ресурсів для критичних завдань [9].

Алгоритм оцінки ступеня інноваційності проектів модернізації стосовно внутрішніх можливостей підприємства визначається методом вагових коефіцієнтів. При цьому оцінка загального рівня інноваційності робіт проекту модернізації виробництва здійснюється за формулою:

$$\alpha_{\Pi} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5, \quad (7)$$

де  $\alpha_1$  – відповідність роботи спеціалізації виробництва;  $\alpha_2$  – наявність на підприємстві потрібного для виконання роботи обладнання;  $\alpha_3$  – наявність на підприємстві необхідної для виконання роботи технології;  $\alpha_4$  – наявність на підприємстві персоналу потрібної кваліфікації;  $\alpha_5$  – наявність на підприємстві досвіду роботи з необхідними матеріалами.

Кожному ваговому коефіцієнту присвоюється значення 0,1 в загальній структурі інтегрального показника. Якщо інтегральний показник роботи менше 0,5, вона вважається досить інноваційною для підприємства і потребує розробки протиризикових заходів. Такий метод дає добрі результати навіть для досить складних інноваційних проектів модернізації.

## Висновки

Для реалізації проектів модернізації металургійних підприємств проаналізовано поняття «проект модернізації». Визначено, що якість реалізації таких проектів залежить від ступеня підготовленості організаційно-технічної системи. Запропоновано використання закону варіативності інновацій для покращення якості реалізації проектів в умовах діючих підприємств. Для визначення інноваційності робіт у проектах запропоновано п'ять критеріїв, які характеризують спорідненість проектів до можливостей підприємства. Якщо проект не відповідає хоча б одному із запропонованих критеріїв, він вважається інноваційним для даного підприємства і потребує ретельної розробки протиризикових заходів. Описана математична модель дозволяє розробляти проекти модернізації виробництва на основі прогнозу фізичного зношення виробничого фонду. Автоматизація розв'язання задач прогнозування фізичного зношення і планування програми модернізації виробництва із використанням описаної моделі особливо необхідна для великої сукупності виробничих об'єктів, оскільки у цьому випадку ручне планування виявляється вкрай трудомістким.

### Список літератури

1. Верба, В. А. Проектний аналіз : підручник / В. А. Верба, О. А. Загородніх. – К. : Академія, 2000. – 322 с.
2. Schumpeter J. Social scientist. / J. Schumpeter, ed. by E. Harris, Camb. 1951. – 342 p.
3. Шаповал Н.І. Інноваційний менеджмент. / Н.І. Шаповал– К.: Знання, 2004. – 325 с.
4. Альтшуллер Г.С. Творчество как наука. / Г.С. Альтшуллер – М.: Советское радио, 1979. – 184 с.
5. Мерсер Д. IBM. Управление в самой преуспевающей корпорации мира / Д. Мерсер. – М.: Прогресс, 1991. – 453 с.
6. Пигоров Г.С. Креатология и интеллектуальные технологии инновационного развития. / Г.С. Пигоров, В.П. Козинец, А.Г. Махмудов и др. Учебник для вузов – Днепропетровск, Пороги, 2003. – 628 с.
7. Мазур И. И. Управление проектами. / И. И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге ; под общ. ред. И. И. Мазура.и др. – М. : Омега-Л, 2009. – 1035 с.
8. Нонака И. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах : пер. с англ. / Икуджиро Нонака, Хиротака Такеучи. – М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 2003. – 384 с.
9. Anne Martensen. Using employee satisfaction measurement to improve project management / Published by the Education Council of Canada. April, 2005. – 48 p.
10. Getting the Most out of your Product Development Proces / Forward Business Review, April 1996. – 58 p.
11. Пинто Дж. К. Управление проектами / Дж. К. Пинто. Перев. с англ., под ред. В. Н. Фунтова – СПб.: Питер, 2004. – 464 с.

Стаття надійшла до редколегії 17.06.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, професор Т.М. Кадильникова, завідувач кафедри управління проектами Національної металургійної академії України, Дніпропетровськ.

#### Петренко Виталий Александрович

Доктор технических наук, профессор кафедры интеллектуальной собственности, *ORCID:0000-0001-5017-1674*  
Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

#### Мазов Максим Михайлович

Соискатель кафедры управления проектами, *ORCID: 0000-0003-0157-7816*  
Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

### УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ МОДЕРНИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Аннотация.** Проблема управления развитием предприятий характеризуется большим количеством разнообразных аспектов. Для металлургических предприятий рассмотрены понятия «проект модернизации» и связанные с ним риски. При реализации проектов модернизации особое значение приобретает их всесторонняя оценка на этапе планирования. Определено, что качество реализации таких проектов в условиях действующих предприятий зависит от степени подготовленности организационной системы к внедрению новых технологий. Предложено использование закона вариативности инноваций для планирования проектов. Для определения инновационности работ в проектах предложено пять критериев, которые характеризуют готовность предприятия к проекту модернизации. Определены дальнейшие направления совершенствования работы предприятия с учетом современных требований и финансовых возможностей владельцев предприятия.

**Ключевые слова:** конкурентоспособность предприятия; проект модернизации; техническое переоборудование; комплексная оценка; внутренние капиталовложения

#### Petrenko Vitaliy Alecsandrovitch

DSc (Eng.), Professor of the Department of intellectual property, *ORCID: 0000-0001-5017-1674*  
National metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk

#### Mazov Maksim Michaylovitch

Postgraduate student of the Department of roject management, *ORCID: 0000-0003-0157-7816*  
National metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk

### MANAGEMENT OF MODERNIZATION PROJECTS ON METALLURGICAL ENTERPRISES

**Abstract.** The problem of enterprises development managing is characterized by a large variety of aspects. The article deals with concept of "modernization project" and related risks for metallurgical enterprises. During the implementation of modernization projects the special importance has comprehensive assessment at the planning stage. The mathematical model which allows altering the program of modernization on the basis of forecast of physical depreciation of production assets is described.

*It is determined that the quality of the implementation of such projects in terms depends of the degree of organizational readiness to the introduction of new technologies. It is proposed using of the law of innovation variation for project planning. To determine the innovativeness of the work in the projects was proposed five criteria that characterize the enterprise readiness for the modernization project. It is identified directions of improvement of the enterprise taking into account modern requirements and financial capabilities of the company owners.*

**Key words:** *competitiveness of the enterprise; the project of modernization; technical re-equipment; integrated assessment; internal capital investment*

#### References

1. Verba, V. A. & Zagorodni, O. A. (2000). *Project analysis: pidruchnik* /V. A. Verba. Kyiv, Ukraine: Academy, 322. [in Ukrainian].
2. Schumpeter.(1951). *Social scientist*, ed. by E. Harris, Camb. (Mass.), 342. [in Russian].
3. Shapoval, N. I. (2004). *Innovation management*. Kyiv, Ukraine: Knowledge, 325. [in Ukrainian].
4. Altshuller, G. S. (1979). *Creativity as a science*. Moscow, Russia: Soviet radio, 184. [in Russian].
5. Mercer, D. (1991). *IBM. Management in the most prosperous corporations*. Moscow, Russia: Progress, 453. [in Russian].
6. Pegorov, G.S. & Kozinets, V.P. & Makhmudov, A.G. and others. (2003). *Creatology and intelligent technology innovative development. Textbook for high schools*. Dnepropetrovsk, Ukraine: Porogi, 628. [in Russian].
7. Mazur, I. I. & Shapiro, V. D. and others. (2009). *Project Management*. Ed. By Mazur I. I. Moscow, Russia: Omega-L, 1035 p. [in Russian].
8. Nonaka, Ikujiro & Hirotaka, Takeuchi. (2003). *The origin and development of innovations in Japanese firms/ TRANS. eng*. Moscow, Russia: ZAO «Olimp-business», 384. [in Russian].
9. Martensen, Anne. (2005). *Using employee satisfaction measurement to improve project management*. Published by the Education Council of Canada. April, 48.
10. *Getting the most of your Product Development Process*. (1996). *Forward Business Review*, April (1996), 58.
11. Pinto, J. K. (2004). *Project management / trans. eng., under the editorship of V. N. Phuntov – SPb., RUSIA: Piter, 464. [in Russian].*

#### Посилання на публікацію

- APA Petrenko, V. A., Mazov, M. M. (2015). *Management of modernization projects on metallurgical enterprises. Management of Development of Complex Systems*, 23 (1), 90 – 95. [dx.doi.org\10.13140/RG.2.1.2447.5609](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2447.5609)
- ГОСТ Петренко В.О. Управління проектами модернізації металургійних підприємств [Текст] / В.О. Петренко, М.М. Мазов // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 23 (1). – С. 90 – 95. [dx.doi.org\10.13140/RG.2.1.2447.5609](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2447.5609)