

## МЕТОД ПЛАНУВАННЯ ПРОЦЕСУ ОНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВАХ

**Анотація.** Запропоновано метод планування процесу заміни (оновлення) технічних засобів виробництва на підприємствах, який надає змогу визначити порядок виконання розрахунків, пов'язаних з плануванням заміни (оновлення) засобів виробництва з різним ступенем витрати фізичного ресурсу новими зразками.

**Ключові слова:** технічні засоби, ресурс, термін служби, експлуатаційна вартість, витрати ресурсу.

### ВСТУП

Оновлення технічних засобів (ТЗ) виробництва, які відпрацювали встановлений ресурс чи призначений (календарний) термін служби, не можна здійснити в один прийом. Порушення цього правила неминуче призведуть до негативних наслідків: по-перше, це спричинить призупинення виробництва продукції; по-друге, при цьому виникає потреба у чималих коштах, що майже унеможливує такий спосіб оновлення ТЗ. Як свідчить досвід, найчастіше одночасно оновлюють не більше 25% технічних засобів від їхньої кількості (тобто величина оновлення  $\delta$  має задовольняти умові  $\delta \leq 0,25$ ), зумовленої технологією, причому в такий спосіб, щоб упродовж календарного терміну служби ТЗ (з урахуванням морального старіння) за декілька кроків здійснити їх заміну в повному обсязі. Варіант оновлення ТЗ вибирають з урахуванням тривалості календарного терміну служби ТЗ, тривалості часу, наявного для заміни всіх ТЗ, а також суми коштів, виділених на придбання нових зразків ТЗ. Оптимальний вибір такого варіанта є на сьогодні дуже актуальним завданням, оскільки від цього безпосередньо залежить обороноздатність країни.

Аналіз публікацій у розглядуваній галузі свідчить про те, що в них значну увагу приділено програмно-цільовому плануванню розвитку ТЗ та коректному визначенню життєвого циклу зразків ТЗ [1–4]. Проте найсуттєвішим недоліком наведених досліджень є те, що в них не взято до уваги економічні складові процесу оновлення технічних засобів виробництва.

Сучасні публікації, оприлюднені впродовж останніх десяти-п'ятнадцяти років, щодо проблеми оновлення технічних засобів виробництва на підприємствах є доволі поверховими в тому, що стосується технічного переозброєння. В них, зокрема, розглянуто фактори, які деякою мірою зумовлюють потребу в модернізації виробництва, обґрунтовано необхідність врахування економічної доцільності тощо [5–9]. На жаль, немає робіт, присвячених методично обґрунтованому плануванню процесу оновлення ТЗ на підприємствах, не розглянуто необхідність подальшого розвитку методичного апарату для визначення показників, які характеризують етапи життєвого циклу зразків ТЗ, а також своєчасність оновлення ТЗ на виробничих підприємствах. Отже, є нагальна потреба у визначенні та теоретичному обґрунтуванні порядку модернізації сучасних виробничих потужностей.

### ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Припустимо, що часткове оновлення ТЗ здійснюють одночасно на усіх робочих ділянках підприємства. При цьому вважають, що оновлення ТЗ можна

здійснювати через проміжок часу  $\Delta t$  після початку терміну служби  $T$  нових ТЗ, які зазвичай надходять одночасно для оснащення підприємств.

Приймемо, що за кожний  $k$ -й,  $k = \overline{1, d}$ , крок на підприємствах частково оновлюють (замінюють) однакову кількість зразків ТЗ,  $N_{\text{зам}1} = N_{\text{зам}2} = N_{\text{зам}3} \dots = N_{\text{зам}k} \dots = N_{\text{зам}d}$ .

Оновлення ТЗ, які відпрацювали ресурс або виступили термін служби  $T$ , з урахуванням обмежень щодо кількості одночасно замінюваних ТЗ призводить до того, що якась частина з них буде замінена раніше цього строку, через що збільшується реальна експлуатаційна вартість зразка ТЗ унаслідок невикористання технічного ресурсу зразка ТЗ та невикористання закладеної в нього вартості  $C_0$ . Ця тенденція стає ще більш виразною у разі врахування морального старіння ТЗ, через що заданий термін служби  $T$  зменшується до морального терміну служби  $T_M = \gamma T$ , де  $0 \leq \gamma \leq 1$  — коефіцієнт скорочення терміну служби ТЗ унаслідок їхнього морального старіння. Для послаблення негативного впливу цієї тенденції потрібно віддалити у часі момент початку заміни ТЗ від початку терміну служби  $T$  на допустиму величину  $\Delta t$ .

Розглянемо випадок, коли часткове ( $\delta \leq 0,25$ ) оновлення ТЗ певного виду (групи, типу) здійснюють одночасно на усіх ділянках підприємства, кількість яких становить  $n$ ,  $j = \overline{1, n}$ . При цьому на кожній ділянці є  $N_j$  зазначених зразків ТЗ. Отже, загальна кількість одиниць ТЗ з терміном служби  $T$  становить

$$N = \sum_{j=1}^n N_j.$$

Вважається, що планування заміни ТЗ здійснюється по закінченню проміжку часу  $\Delta t$  від початку терміну служби  $T$  у процесі одночасного переозброєння розглядуваних підприємств новими зразками ТЗ. На початок заміни зразки ТЗ з різними роками випуску згруповані за відповідними роками і підготовлені до заміни. За декілька кроків  $d$  на підприємстві здійснюється повна заміна ТЗ з терміном служби  $T$  з урахуванням їхнього морального старіння.

Нехай перша часткова заміна  $\delta_{1j} = \delta_1 \leq 0,25$  з усієї кількості  $N$  зразків ТЗ (кількість ТЗ вимірюється в одиницях) розглядуваних підприємств становить

$$N_{\text{зам}1} = \sum_{j=1}^n N_{\text{зам}j} = \sum_{j=1}^n \delta_{1j} N_j = \delta_1 \sum_{j=1}^n N_j = \delta_1 N. \quad (1)$$

Тоді кількість ТЗ, які залишилися не оновленими після першої заміни, дорівнюватиме

$$N_{\text{зам}1} = N - N_{\text{зам}1} = N - \delta_1 N = N(1 - \delta_1). \quad (2)$$

Аналогічно для другої часткової заміни  $\delta_{2j} = \delta_2$

$$N_{\text{зам}2} = \delta_2 \cdot N_{\text{зал}1} = \delta_2 N(1 - \delta_1). \quad (3)$$

Після другої заміни кількість ТЗ, які залишилися не оновленими, становитиме

$$\begin{aligned} N_{\text{зал}2} &= N_{\text{зал}1} - N_{\text{зам}2} = N_{\text{зал}1} - \delta_2 N_{\text{зал}1} = N_{\text{зал}1}(1 - \delta_2) = \\ &= N(1 - \delta_1)(1 - \delta_2). \end{aligned} \quad (4)$$

За умови, що  $N_{\text{зам}1} = N_{\text{зам}2}$ , та з урахуванням (1) і (3) необхідно, щоб  $\delta_2(1 - \delta_1) = \delta_1$ , звідки

$$\delta_2 = \frac{\delta_1}{1 - \delta_1}. \quad (5)$$

Тоді (3), (4) можна записати так:

$$N_{\text{зам}2} = \delta_2 \cdot N_{\text{зал}1} = \delta_2 N(1 - \delta_1) = N \frac{\delta_1}{1 - \delta_1} (1 - \delta_1) = \delta_1 N; \quad (6)$$

$$N_{\text{зал}2} = N(1 - \delta_1)(1 - \delta_2) = N(1 - \delta_1) \left( 1 - \frac{\delta_1}{1 - \delta_1} \right) = N(1 - 2\delta_1). \quad (7)$$

Нехай здійснено  $\delta_3$  — третю часткову заміну ТЗ у кількості

$$N_{\text{зам}3} = \delta_3 \cdot N_{\text{зал}2} = \delta_3 N(1 - 2\delta_1). \quad (8)$$

Після третьої заміни кількість ТЗ, що залишилися не оновленими, становитиме

$$\begin{aligned} N_{\text{зал}3} &= N_{\text{зал}2} - N_{\text{зам}3} = N_{\text{зал}2} - \delta_3 N_{\text{зал}2} = N_{\text{зал}2} (1 - \delta_3) = \\ &= N(1 - 2\delta_1)(1 - \delta_3). \end{aligned} \quad (9)$$

За умови, що  $N_{\text{зам}1} = N_{\text{зам}2} = N_{\text{зам}3}$ , та з урахуванням виразів (1) та (8) необхідно, щоб

$$\delta_3 (1 - 2\delta_1) = \delta_1,$$

звідки, подібно до (5),

$$\delta_3 = \frac{\delta_1}{1 - 2 \cdot \delta_1}. \quad (10)$$

Тоді (8), (9) можна записати так:

$$N_{\text{зам}3} = \delta_3 N_{\text{зал}2} = \delta_3 N(1 - 2\delta_1) = N \frac{\delta_1}{1 - 2\delta_1} (1 - 2\delta_1) = \delta_1 N; \quad (11)$$

$$N_{\text{зал}3} \cdot N(1 - 2\delta_1)(1 - \delta_3) = N(1 - 2\delta_1) \left( 1 - \frac{\delta_1}{1 - 2\delta_1} \right) = N(1 - 3\delta_1) \quad (12)$$

і т.д.

Нехай здійснено  $\delta_k$  —  $k$ -у часткову заміну ТЗ. Тоді, подібно до (8), кількість замінених ТЗ у цьому випадку становить

$$N_{\text{зам}k} = \delta_k \cdot N_{\text{зам}k-1} = \delta_k N[1 - (k-1)\delta_1]. \quad (13)$$

Кількість ТЗ, які залишилися не оновленими після  $k$ -ї заміни, подібно до (9), дорівнює

$$\begin{aligned} N_{\text{зал}k} &= N_{\text{зал}k-1} - N_{\text{зам}k} = N_{\text{зал}k-1} - \delta_k N_{\text{зал}k-1} = \\ &= N_{\text{зал}k-1} (1 - \delta_k) = N[1 - (k-1)\delta_1] (1 - \delta_k). \end{aligned} \quad (14)$$

За умови, що  $N_{\text{зам}1} = N_{\text{зам}2} = N_{\text{зам}3} = \dots = N_{\text{зам}k}$ , та з урахуванням виразів (1) і (13) необхідно, щоб

$$\delta_k [1 - (k-1)\delta_1] = \delta_1,$$

звідки, подібно до (10),

$$\delta_k = \frac{\delta_1}{1 - (k-1) \cdot \delta_1}. \quad (15)$$

Тоді, аналогічно до (11) та (12), вирази (13), (14) можна записати так:

$$\begin{aligned} N_{\text{зам}k} &= \delta_k \cdot N_{\text{зам}k-1} = \delta_k N[1 - (k-1)\delta_1] = \\ &= N \frac{\delta_1}{1 - (k-1) \cdot \delta_1} [1 - (k-1)\delta_1] = \delta_1 N; \end{aligned} \quad (16)$$

$$N_{\text{зал}k} = N[1 - (k-1)\delta_1](1 - \delta_k) = \quad (17)$$

$$= N[1 - (k-1)\delta_1] = \left(1 - \frac{\delta_1}{1 - (k-1)\delta_1}\right) = N(1 - \alpha \cdot \delta_1) \text{ і т. д.}$$

Нехай тепер здійснено  $\delta_d$  —  $d$ -у часткову і останню заміну ТЗ. Тоді

$$N_{\text{зам}d} = \delta_d \cdot N_{\text{зал}d-1} = \delta_d \cdot N[1 - (d-1)\delta_1]. \quad (18)$$

Після  $d$ -ї заміни всі  $N$  зразків ТЗ будуть замінені (оновлені), а кількість не оновлених ТЗ дорівнюватиме нулю:

$$N_{\text{зал}d} = N_{\text{зал}d-1} - N_{\text{зам}d} = N_{\text{зал}d-1} - \delta_d N_{\text{зал}d-1} = \quad (19)$$

$$= N_{\text{зал}d-1}(1 - \delta_d) = N[1 - (d-1)\delta_1](1 - \delta_d) = 0.$$

За умови, що  $N_{\text{зам}1} = N_{\text{зам}2} = N_{\text{зам}3} = \dots = N_{\text{зам}k} = \dots = N_{\text{зам}d}$  та з урахуванням (1) і (18) необхідно, щоб

$$\delta_d[1 - (d-1)\delta_1] = \delta_1,$$

звідки, подібно до (15),

$$\delta_d = \frac{\delta_1}{1 - (d-1)\delta_1}.$$

Тоді (18), (19) можна записати так:

$$N_{\text{зам}d} = \delta_k \cdot N_{\text{зал}d-1} = \delta_d N[1 - (d-1)\delta_1] = \quad (20)$$

$$= N \frac{\delta_1}{1 - (d-1)\delta_1} [1 - (d-1)\delta_1] = \delta_1 N;$$

$$N_{\text{зал}d} = N[1 - (d-1)\delta_1](1 - \delta_d) = \quad (21)$$

$$= N[1 - (d-1)\delta_1] \left(1 - \frac{\delta_1}{1 - (d-1)\delta_1}\right) = N(1 - d\delta_1) = 0.$$

Як бачимо, за умови  $N_{\text{зам}1} = N_{\text{зам}2} = N_{\text{зам}3} = \dots = N_{\text{зам}k} = \dots = N_{\text{зам}d}$  кількість частково оновлюваних ТЗ під час здійснення будь-якої заміни не змінюється і може бути записана в загальному вигляді так:

$$N_{\text{зам}} = \delta_1 N = \delta N, \quad (22)$$

а кількість не оновлених ТЗ після чергової  $\alpha$ -ї заміни дорівнює

$$N_{\text{зал}k} = N(1 - k\delta_1) = N(1 - k\delta). \quad (23)$$

При цьому кількість заміненних ТЗ у будь-якій за порядком заміні вибирають, виходячи з певних міркувань, наприклад, із суми коштів, наявних для однієї заміни  $C_1 \geq C_o \cdot N_{\text{зам}} = C_o \cdot \delta \cdot N$  умовних одиниць для вартості  $C_o$  одного зразка ТЗ і без урахування інших витрат під час проведення заміни ТЗ.

Отже, значення  $\delta \leq 0,25$  однієї заміни ТЗ можна обрати у разі дотримання такої умови:

$$\delta = \frac{N_{\text{зам}}}{N} = \frac{C_1}{C_o \cdot N} \leq 0,25. \quad (24)$$

#### ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Розглянемо план заміни (оновлення) ТЗ для шести виробничих ділянок, на кожній з яких встановлено по 200 одиниць виробничих вузлів з календарним терміном служби кожного  $T = 20$  років і вартістю  $C_o = 2$  млн грн. Відповідно,

загальна кількість ТЗ становить  $N=1200$  одиниць,  $\gamma=0,5$ , моральний термін служби ТЗ становить  $T_M=10$  років.

Прийmemo, що оновлення ТЗ здійснюється одночасно на усіх виробничих ділянках через проміжок часу  $\Delta t = 3$  роки від початку терміну служби  $T$ , а в межах кожної  $k$ -ї,  $k=1, d$ , заміни частково оновлюється однакова кількість  $N_{\text{зам}}$  зразків ТЗ.

Нехай на часткову заміну ТЗ виділено  $C_1 = 240$  млн грн. Відносна величина однієї заміни ТЗ становитиме

$$\delta = \frac{N_{\text{зам}}}{N} = \frac{C_1}{C_0 \cdot N} = 0,1 \leq 0,25.$$

Тоді  $N_{\text{зам}} = \delta N = 120$  одиниць протягом  $T \cdot \gamma - \Delta t = 7$  років, кількість замін ТЗ становить

$$d = \frac{T_M - \Delta t}{t} = \frac{N}{N_{\text{зам}}} = \frac{1}{\delta} = 10,$$

звідси інтервал часу між замінами ТЗ дорівнюватиме

$$t = \frac{T_M - \Delta t}{d} = 0,7 \text{ року.}$$

Результати розрахунків для подальшого розроблення плану оновлення ТЗ представлено в табл. 1.

**Таблиця 1.** Результати розрахунку щодо плану заміни (оновлення) ТЗ

Параметр	Порядковий номер заміни ТЗ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість замінованих зразків ТЗ за одну заміну: $N_{\text{зам}} = \delta N$ од.	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Кількість ТЗ, які залишилися не оновленими після чергової ( $k$ -ї) заміни: $N_{\text{зал } k} = N(1 - k \cdot \delta)$ од.	1080	960	840	720	600	480	360	240	120	0
Кількість оновлених ТЗ після чергової ( $k$ -ї) заміни, од.	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200
% часу експлуатації (від $T_M$ ) ТЗ $k$ -ї заміни	37	44	51	58	65	72	80	87	94	100

## ВИСНОВКИ

Запропонований метод планування процесу заміни (оновлення) технічних засобів виробництва на підприємствах дає можливість заздалегідь спланувати стратегію оновлення ТЗ. Переваги методу є, зокрема, такими: по-перше, завдяки його застосуванню з'являється можливість враховувати не лише моральне старіння виробничої техніки, а й суму коштів, що виділені для здійснення часткових замін ТЗ; по-друге, точність методу надає змогу отримати коректні прогнози строки заміни ТЗ. Наведений приклад розрахунку підтверджує роботоздатність розглянутого методу та свідчить про можливість його практичного використання.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Демидов Б.А., Величко А.Ф., Волощук И.В. Системно-концептуальные основы деятельности в военно-технической области: Кн. 2. Организационно-методические основы деятельности в военно-технической области. Київ: Технологічний парк, 2006. 1152 с.
2. Ковтуненко А.П., Зубарев В.В. Основы анализа сложных технических систем. Теория и приложения. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ, СПД Богданов В.О., 2009. 496 с.
3. Крыжний А.В. Основы решения проблемы долговечности вооружения войск ПВО Сухопутных войск: дис. ... д-ра техн. наук: 20.02.14 / Київ, 1994. 310 с.
4. Шуєнкін В.О., Ішутін І.С. Теоретичні основи матеріально-технічного забезпечення військ (сил). Ч. 2. Київ: ЦНДІ ЗС України, 2006. 576 с.
5. Гарифуллин Р.Ф. Алгоритм технического перевооружения на основе методов планирования инноваций. *Вестник экономики, права и социологии*. 2012. № 2. С. 22–27.
6. Петрович Й.М., Кіт А.Ф., Кулішов В.В. Оновлення техніко-технологічної бази шляхом проведення технічного переозброєння й реконструкції підприємства. URL: <http://poglyad.com/students/item/15599/>.
7. Ефимычев Ю.И., Трофимов О.В., Ефимычев А.Ю., Шипилов А.Г. Модернизация предприятий промышленности: концепция, стратегии и механизм реализации. *Креативная экономика*. 2011. Т. 5, № 11. С. 31–36.
8. Мамонтов В.Д. К вопросу о необходимости технического перевооружения промышленных предприятий. *Социально-экономические явления и процессы*. 2011. № 12. С. 163–167.
9. Кушніренко О.М. Управління інноваційним оновленням матеріально-технічної бази виробництва: автореф. дис. ... канд. екон. наук. Київ, 2007. 22 с.

Надійшла до редакції 20.02.2019

### П.С. Закусило

#### МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ ОБНОВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Аннотация.** Предложен метод планирования процесса замены (обновления) технических средств производства на предприятиях, который позволяет определить порядок выполнения расчетов, связанных с планированием замены (обновления) средств производства с различной степенью расхода физического ресурса, новыми образцами.

**Ключевые слова:** технические средства, ресурс, срок службы, эксплуатационная стоимость, расход ресурса.

### P. S. Zakusylo

#### METHOD OF PLANNING THE PROCESS OF REPLACEMENT OF PRODUCTION EQUIPMENT AT ENTERPRISES

**Abstract.** The author proposes a method for planning a replacement (renovation) of technical means of production at enterprises, which allows determining the order of calculations associated with planning of replacement (renewal) of the means of production with different degrees of consumption of physical useful life with new samples.

**Keywords:** technical means, useful life, service life, lifetime, operating cost, resource consumption.

#### Закусило Петро Степанович,

доктор військ. наук, старший науковий співробітник, начальник управління Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України, Київ, e-mail: [zps20072017@gmail.com](mailto:zps20072017@gmail.com).