

УДК 69.003

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СТРОКІВ ЗАМІНИ ОБЛАДНАННЯ У БУДІВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

Є. Матвійшин, д. е. н.

ORCID ID: 0000-0001-9522-4645

С. Бурченя, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-6903-1134

Львівський національний аграрний університет

С. Віхоть, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-1063-2103

Національний університет «Львівська політехніка»

<https://doi.org/10.31734/architecture2021.22.075>

Матвійшин Є., Бурченя С., Віхоть С. Визначення раціональних строків заміни обладнання у будівельних організаціях

Нині набуває актуальності завдання із визначення раціональних термінів заміни зношеного або морально застарілого виробничого обладнання на нове. Відтак необхідно порівнювати витрати на заміну (придбання нового, демонтаж старого, монтаж нового обладнання) з вигодами від такої заміни (зменшення втрат прибутку від невиконання замовлень через простой, проведення ремонтних робіт, перевитрату сировини або енергоресурсів). Зважаючи на ринкові умови, доцільно врахувати і динаміку цін на нове обладнання.

Прийняття рішення про заміну обладнання є комплексним. Це зумовлено тим, що ліквідна вартість обладнання і втрати, пов'язані з його ремонтом та обслуговуванням, залежать від його віку. Для певного періоду (тривалістю кілька років) комплексне рішення про заміну обладнання охоплює проміжні рішення – для кожного року можуть бути дві альтернативи: замінювати обладнання або продовжувати його використовувати. Витрати наступного року залежать від того, яка альтернатива була вибрана в попередньому році.

Сума витрат для загального періоду розраховується додаванням витрат кожного року, які визначаються з таких міркувань:

а) якщо у відповідному році обладнання не замінювали, то в суму входять лише експлуатаційні витрати (вони залежать від віку обладнання);

б) якщо у відповідному році замінюють обладнання, то в суму з експлуатаційними витратами поточного року входить вартість придбання нового обладнання за мінусом ліквідної вартості (виручки від продажу вживаного обладнання).

Запропоновано математичну модель для опису схеми заміни обладнання та відповідний алгоритм, який полягає в аналізі всіх можливих варіантів дій.

Розроблена математична модель дає змогу обґрунтувати раціональні строки заміни різноманітних видів активної частини виробничих засобів у будівельних організаціях за умови наявності інформації про витрати на їх експлуатацію. Перевагою запропонованого підходу є можливість урахування зміни з роками не тільки експлуатаційних витрат, а також вартості старого й нового обладнання відповідно до ринкових цін.

Ключові слова: будівництво, будівельні організації, основні виробничі засоби, економічна доцільність, заміна обладнання.

Matviishyn Ye., Burchenya S., Vikhot S. Determination of Rational Terms of Equipment Replacement in Building Companies

Nowadays there is the task to determine the rational terms of the replacement of worn-out or outmoded manufacturing equipment with new ones. It is necessary to compare the costs of replacement (purchase of new equipment, dismantling of old one, installation of the new one) with the benefits of such replacement (reduction of loss of profit from non-fulfillment of orders due to downtime, maintenance, overconsumption of raw materials or energy resources). Market conditions also predetermine the consideration of dynamics of prices for new equipment.

The decision to replace the equipment is complex because the liquid value of the equipment and losses associated with its repair and maintenance depends on its age. For a certain period (duration of several years), a comprehensive decision to replace the equipment consists of intermediate solutions – every year there may be two alternatives: replace the equipment or continue to use it. Next year's costs depend on which alternative was chosen in the previous year.

One calculates the amount of costs for the general period adding the costs of each year, which are determined for the following reasons:

a) if the equipment was not replaced in the relevant year, the amount includes only exploitation expenditures (they depend on the age of the equipment);

b) if the equipment is replaced in the relevant year, the amount together with exploitation expenditures of the current year includes the cost of purchasing new equipment without the liquid value (proceeds from the sale of used equipment).

In the article, one has proposed a mathematical model to describe the equipment replacement scheme and the corresponding algorithm, which comes down to the analysis of all possible options.

The developed mathematical model makes it possible to substantiate the rational terms of replacement of various types of the active part of manufacturing facilities in building companies if there is information about exploitation expenditures. The advantage of the proposed approach is the possibility to consider changes of not only exploitation expenditures but also the cost of old and new equipment in accordance with market prices over the years.

Key words: construction, building companies, fixed assets, economic feasibility, equipment replacement.

Постановка проблеми. Зміна структури будівництва, пошук замовлень для виконання робіт із різних галузей, вплив науково-технічних досягнень на діяльність будівельних фірм-конкурентів та інші чинники посилюють підтримку належного фінансово-економічного становища будівельних організацій. Водночас з огляду на поширення новітніх прогресивних технологій та наповнення ринку іноземними будівельними матеріалами, машинами і механізмами виникає необхідність у виваженому вирішенні проблеми, пов'язаної із заміною виробничого обладнання. В економіці будівництва розглядають основні виробничі засоби, які прямо або опосередковано беруть участь у виробничому процесі. Залежно від типу цієї участі розрізняють їх активну і пасивну частини. До активної належать машини, обладнання, виробничий інвентар тощо, а до пасивної – виробничі будівлі, складські приміщення тощо. Пасивна частина основних виробничих засобів зношується повільно і задовільно виконує свої функції впродовж тривалого часу, активна – порівняно швидко зношується, втрачає експлуатаційні якості, потребує ремонтів. Що старіше обладнання, то більше потрібно коштів для підтримування його у справному стані. Поломки обладнання спричиняють порушення виробничих планів і втрату прибутків. Тому важливо обгрунтовано приймати рішення про заміну обладнання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Строк використання кожного виду основних засобів будівельна організація встановлює самостійно. Від нього залежить обсяг амортизаційних відрахувань [1]. Проте, з економічного погляду, реальний строк використання виробничого обладнання потрібно визначати з огляду на мінімізацію витрат на його закупівлю, експлуатацію, ремонт. Частково проблему заміни обладнання в буді-

вельній організації можна вирішити, вдаючись до оренди (лізингу) машин і механізмів [2]. Утім, така практика поки що не набула поширення у вітчизняній економіці. Науковці пропонують використовувати такі технічні та організаційні рішення, які дали би змогу зменшити витрати на оновлення обладнання. Приміром, на підприємствах збірного залізобетону пропонують використовувати металеві та інші форми з попереднім напруженням, триточковим опиранням, а також залізобетонні форми з полімерним покриттям, що дає змогу знизити металомісткість форм на 15–20 % [3]. Дослідники акцентують на доцільності своєчасної заміни всього обладнання, тобто технології загалом [4]. Проте такий захід може вимагати забагато одноразових витрат. Це неприйнятно для більшості будівельних організацій.

Постановка завдання. Постає завдання із визначення раціональних термінів заміни зношеного або морально застарілого виробничого обладнання на нове. У цьому необхідно порівнювати витрати на заміну (придбання нового, демонтаж старого, монтаж нового обладнання) з вигодами від такої заміни (зменшення втрат прибутку від невиконання замовлень через простой, проведення ремонтних робіт, перевитрату сировини або енергоресурсів). Ринкові умови зумовлюють урахування і динаміки цін на нове обладнання.

Виклад основного матеріалу. Типові строки корисного використання основних засобів у національному господарстві України наведено у методичних рекомендаціях щодо облікової політики суб'єкта державного сектору, затверджених наказом № 11 Міністерства фінансів України від 23.01.2015 [5]. Наприклад, для окремих видів основних засобів ці строки наведено в табл. 1.

Строки корисного використання деяких основних засобів*

Назва субрахунку	Назва підгрупи	Строк корисного використання, років
Машини та обладнання	Вимірювальні прилади, регулюючі прилади і пристрої, лабораторне обладнання, обчислювальна техніка, медичне обладнання, інші машини та обладнання (підгрупи 3–8)	10
	Робочі машини та обладнання (підгрупа 2)	15
	Силові машини та обладнання (підгрупа 1)	10
Транспортні засоби	Рухомий склад залізничного, повітряного та іншого транспорту (підгрупи 1–2)	20
	Корпуси та причепа автомобілів (підгрупа 1)	10
	Автомобілі легкові з двигуном внутрішнього згорання об'ємом циліндра (підгрупа 1): до 2500 см куб.	7
	більше 2500 см куб. та інші	10
	Автомобілі вантажні (підгрупа 1): вантажопідйомністю до 5 т	7
	вантажопідйомністю від 5 т до 20 т	7
	вантажопідйомністю більше 20 т та інші	7
	Автобуси з двигуном внутрішнього згорання об'ємом циліндра (підгрупа 1): до 2800 см куб.	7
	понад 2800 см куб. та інші	10
	Усі види гужового, виробничого та спортивного транспорту (підгрупи 3–5)	5

*Витяг із наказу № 11 Міністерства фінансів України від 23.01.2015.

Проте, з погляду економічної доцільності, важливо обґрунтовано визначати раціональні терміни заміни обладнання в будівельних організаціях. Ухвалення рішення про заміну обладнання є комплексним. Адже ліквідна вартість обладнання і втрати, пов'язані з його ремонтом та обслуговуванням, залежать від його віку. Для певного періоду (тривалістю кілька років) комплексне рішення про заміну обладнання охоплює проміжні рішення – для кожного року можуть бути дві альтернативи: замінювати обладнання або продовжувати його використовувати. Витрати наступного року залежать від того, яка альтернатива була вибрана в попередньому році. Загалом, якщо позначити альтернативу «заміна обладнання» через «1», а альтернативу «продовження використання обладнання» – через «0», то, наприклад, для трирічного періоду комплексне рішення може бути зображене «деревом», як на рис. 1.

Певному рішення відповідає один маршрут на «дереві рішень» і сума витрат, пов'язана з ним. Маршрут можна описати множиною чисел, яка складається з кількості елементів, що дорівнює кількості років у періоді. Приміром, множина (0; 1; 0) означає, що обладнання замінюють у

другому році (відповідний маршрут на рис. 1 позначено товстими стрілками). Для спрощення у застосуванні такого підходу вважається, що рішення про заміну обладнання ухвалюють у кінці року.

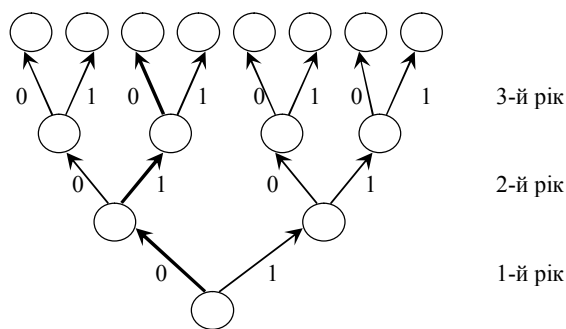


Рис. 1. «Дерево рішень» щодо заміни обладнання для трирічного періоду

Сума витрат для загального періоду розраховується додаванням витрат кожного року, які визначаються з таких міркувань:

- а) якщо у відповідному році обладнання не замінювали, то в суму входять лише експлуатаційні витрати (вони залежать від віку обладнання);
- б) якщо у відповідному році замінюють обладнання, то в суму з експлуатаційними витратами

тами поточного року входить вартість придбання нового обладнання за мінусом ліквідної вартості (виручки від продажу вживаного обладнання). Ми запропонували математичну модель для опису схеми заміни обладнання та відповідний алгоритм, який полягає в аналізі всіх можливих варіантів дій. Рішення в кінці t -го року позначено x_t . Якщо $x_t = 0$, це означає, що в кінці року не замінюють обладнання, а якщо $x_t = 1$ – виконують заміну. Тривалість планового періоду (у роках) позначено N . Послідовність двійкових чисел (нулів і одиниць) x_1, x_2, \dots, x_N описує комплексне рішення,

яке охоплює N проміжних. Кількість їх комбінацій (поєднань) становить $P = 2^N$. Оскільки в кінці N -го (останнього) року немає сенсу купувати нове обладнання, то $x_N = 0$. За припущенням, після завершення планового періоду обладнання стає непотрібне і його позбуваються, продаючи за ліквідною вартістю, яка залежить від його віку. Тому можна розглядати $N-1$ років (відповідно 2^{N-1} варіантів). Від загальних затрат $N-1$ років треба відняти ліквідну вартість обладнання, за якою в кінці періоду воно буде продано, та додати експлуатаційні витрати N -го року.

Таблиця 2

Початкові дані про обладнання

Час; вік обладнання	Прогнозна вартість нового обладнання в кінці року	Ліквідна вартість (залежно від віку на кінець року)	Річні експлуатаційні витрати (залежно від віку на кінець року)
0	V_0	–	–
1	V_1	L_1	E_1
2	V_2	L_2	E_2
...
$N-1$	V_{N-1}	L_{N-1}	E_{N-1}
N	–	L_N	E_N

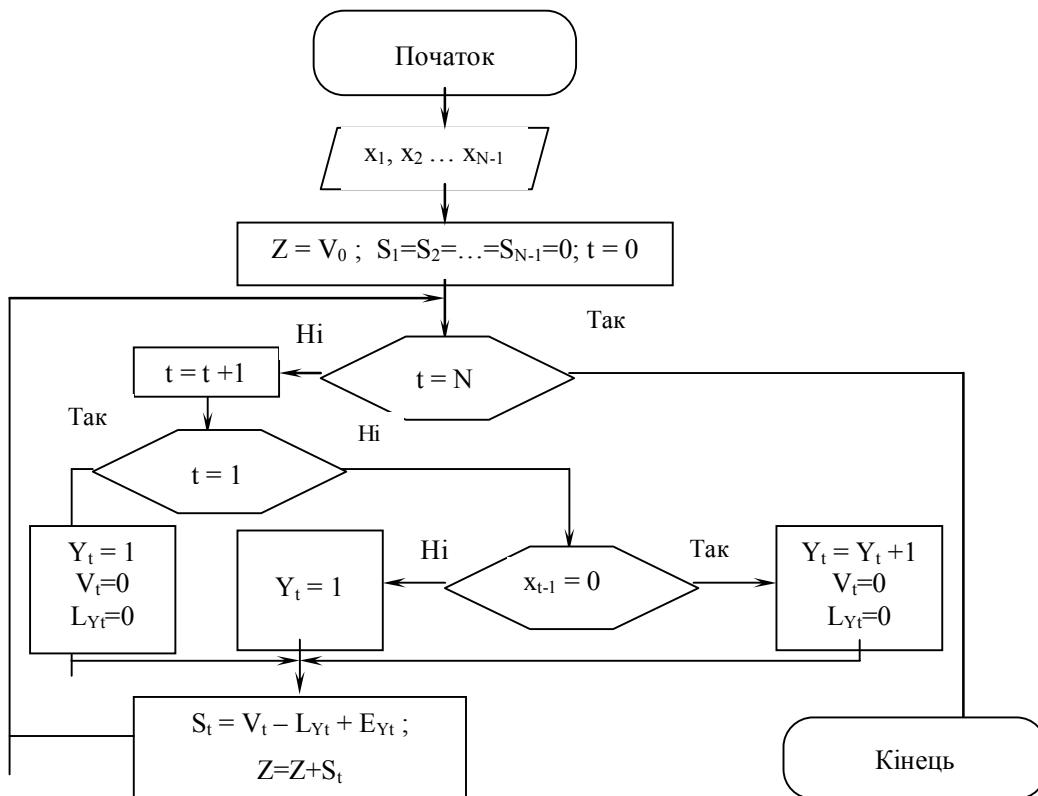


Рис. 2. Розрахунок витрат для одного варіанта заміни обладнання

Алгоритм забезпечує вибір рішення на основі розрахунку значення сумарних затрат Z , які охоплюють затрати кожного року, що, своєю чергою, є сумою витрат на придбання нового обладнання, річних експлуатаційних витрат за мінусом виручки від продажу (ліквідації) вживаного обладнання. Для математичної моделі розрахунку затрат Z використано такі позначення:

t – номер року;

Y_t – вік обладнання на кінець t -го року;

V_t – вартість нового обладнання, яка очікується на ринку відповідних технічних засобів на кінець t -го року;

V_0 – вартість нового обладнання, закупленого на початку планового періоду;

L_j – очікувана ліквідна вартість обладнання, що було у вжитку j років;

E_j – річні експлуатаційні витрати для обладнання у j -му році його служби.

Для планового періоду тривалістю N років загальні затрати (для кожного з P варіантів комплексного рішення) можна відобразити так:

$$Z = V_0 + S_1 + S_2 + \dots + S_{N-1} - L_{Y_N} + E_{Y_N} \quad (1)$$

Тут S_t – витрати у t -му році. Їх визначають за формулою:

$$S_t = V_t - L_{Y_t} + E_{Y_t} \quad (2)$$

Якщо прийнято рішення не замінювати обладнання у певному році, то для нього $V_t = 0$ та $L_{Y_t} = 0$.

Початкові дані зручно згрупувати у таблицю (табл. 2).

Для розрахунку Z у кожному комплексному рішенні необхідно знайти суму S_t для $N-1$ років. Зобразимо блок розрахунку Z у вигляді блок-схеми (рис. 2).

Застосовуючи наведений алгоритм для аргументів (V_t , L_t та E_t), можна отримати перелік кількох альтернативних рішень, а результат подати у вигляді табл. 3.

Розроблена комп'ютерна програма дає змогу знаходити оптимальні варіанти заміни обладнання за вказаними чинниками: вартістю придбання нового обладнання, річними експлуатаційними витратами та ліквідною вартістю обладнання на

довільний розрахунковий період. Водночас можна врахувати вік обладнання на момент розрахунків.

Таблиця 3

Альтернативні варіанти заміни обладнання

№ з/п	Рішення в кінці року					Затрати
	1	2	...	$N-1$	N	
1	x_1	x_2	...	x_{N-1}	0	
2	x_1	x_2	...	x_{N-1}	0	
3	x_1	x_2	...	x_{N-1}	0	

Висновки. Запропонований підхід дає змогу обґрунтувати раціональні строки заміни різноманітних видів активної частини виробничих засобів у будівельних організаціях за умов наявності інформації про витрати на їх експлуатацію. Перевагою запропонованого підходу є можливість урахування зміни з роками не тільки експлуатаційних витрат, а й вартості старого й нового обладнання відповідно до ринкових цін.

Напрямом подальших розробок може стати дослідження особливостей впливу чинників, пов'язаних із моральним зношенням певних видів основних засобів у будівництві.

Бібліографічний список

1. Амортизація основних засобів. URL: <https://i.factor.ua/ukr/law-100/section-556/article-11570/> (дата звернення: 26.04.2021).
2. Лізингові програми для будівельної та складської техніки. URL: <https://agsolco.com/ua/tekom-lizing/> (дата звернення: 26.04.2021).
3. Руденко І., Новоселов В. Направления совершенствования и технического перевооружения производства сборного железобетона. *Бетон и железобетон*. 2003. № 6. С. 2–4.
4. Сухоруков А., Крупельницька Т. Напрями підвищення ефективності інвестиційно-будівельної діяльності у промисловості України: аналітична записка. Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/660/> (дата звернення: 05.05.2021).
5. Методичні рекомендації щодо облікової політики суб'єкта державного сектору. URL: <https://buhgalter.com.ua/zakonodavstvo/metod-recomendacii-buhobliku-subektiv-derjavno-go-sektoru/> (дата звернення: 05.05.2021).

Стаття надійшла 7.05.2021