

АНАЛІТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ДИНАМІКИ ІННОВАЦІЙНОГО ОБНОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

© Войцеховська Ю. В., 2017

У статті проаналізовано кількісні закономірності інноваційного оновлення обладнання виробничої системи, всі ланки якої підпорядковані виконанню загальної програми з виготовлення продукції. Дослідження здійснювалось так, що заміну обладнання розглядали для кожної ланки окремо, а потім аналізувались наслідки оновлення для виробничої системи загалом. Основними показниками динаміки вибрано темпи зростання, і завдання полягало в тому, щоб визначити їхній взаємозв'язок із відповідними факторами.

Процес інноваційного оновлення розглянуто як неперервно-дискретний, оскільки відбуваються дискретні події – вибуття та введення в дію нових основних засобів (ОЗ), що мають разовий характер. Важливим є отримання аналітичної залежності темпів зростання продукції з врахуванням темпів зростання вартості фондів, строків їхньої служби, а також параметрів, які характеризують вартість та продуктивність одиниць наявного та нового обладнання. Отримана залежність дає можливість розв'язувати дві задачі. Перша з них стосується визначення темпів зростання продукції для заданих темпів зростання фондів. Друга задача передбачає визначення необхідних темпів зростання фондів, які забезпечують заплановані темпи зростання продукції. Розрахунки для цієї задачі є складнішими, оскільки потребують застосування ітераційних процедур. Також до важливих слід зарахувати результати, що стосуються наближеного визначення коефіцієнта оновлення ОЗ через лінійну комбінацію нормативу амортизації та темпів їхнього приросту. Крім прозорої економічної інтерпретації, це дає можливість спростити залежності, де використовується показник оновлення. У статті наведено розрахунки на прикладі конкретної заводської системи, яка складається з чотирьох послідовних технологічних ланок. Показано важливість та перспективність запропонованих аналітичних розробок.

Ключові слова: інноваційне оновлення, виробнича система, основні засоби, динаміка фондів, темпи зростання, аналітичні закономірності

Yu. Voytsekhovska
Lviv Polytechnic National University,
Management of Organizations Department

ANALYTICAL PATTERNS OF THE DYNAMICS OF FIXED ASSETS INNOVATIVE RENOVATION OF PRODUCTION SYSTEMS

© Voytsekhovska Yu., 2017

The analysis of the quantitative patterns of the innovative equipment renovation of the production system, all of which are subordinated to the implementation of the general program of manufacturing products is made in the article. The study was carried out in such a way that the replacement of the equipment was considered for each link separately, and then the effects of the upgrade for the production system as a whole were analyzed. The next main indicators of the dynamics were selected: the growth rates and the task, which determines their interrelation with the appropriate factors. The process of innovation renewal was considered continuously-discrete, as there are discrete events – the release and commissioning of new fixed assets (FA), which have one-time nature. It is important to get an analytical dependence of the growth rate of products, taking into account the growth rates of funds, the terms of their service, as well as parameters characterizing the cost and performance of units of operating

and new equipment. The obtained dependence makes it possible to solve two problems. The first of these is to determine the rate of growth of production for the specified growth rates of funds. The second task is to determine the necessary growth rates of funds, which ensure the planned growth rate of production. The calculations for this task are more complex, since they require the using of iterative procedures. The results related to the approximate determination of the renovation rate of the FA through a linear combination of the standard of depreciation are important along with the rates of their growth. In addition to a transparent economic interpretation, which makes it possible to simplify the dependencies where the update indicator is used. In the article calculation on the example of a concrete factory system consisting of four successive technological units is made. The importance and potential of the proposed analytical developments is shown.

Key words: innovative renovation, production system, fixed assets, dynamic of the assets, rates of growth, analytical patterns

Постановка проблеми

Економічний розвиток виробництва здійснюється шляхом інноваційного оновлення наявного устаткування. Це оновлення як цілеспрямований процес забезпечує зміну основних техніко-економічних показників у заданих напрямках. В економічному аналізі для оцінки динаміки змін прийнято користуватися такими показниками, як коефіцієнти вибуття та оновлення основних засобів, а також темпи зростання (падіння).

Безпосередньо виробнича система, наприклад, на підприємстві, характеризується тим, що вона містить різні види обладнання зі своїми техніко-економічними параметрами та термінами використання. Оновлення кожної одиниці обладнання приводить до змін затрат та результатів виробництва, як в окремій виробничій ланці, так і для системи загалом. Якщо оновлення має кілька варіантів і є декілька технологічних ланок, то маємо значну кількість потенційно можливих стратегій розвитку усієї виробничої системи, навіть в умовах сталих обсягів випуску продукції. Слід також взяти до уваги, що затрати, які здійснюються при виробництві продукції, є також досить різноманітними (трудові, енергетичні, матеріальні і т. д.).

Інноваційне оновлення ОЗ виробничих систем має різну динаміку змін (зростання чи зменшення), а також обмеження щодо залучення виробничих ресурсів. Наприклад, кількість працівників повинна завжди бути в центрі уваги, оскільки її зміна суттєво пов'язана з низкою важливих соціально-економічних аспектів. Також для деяких підприємств суттєвою вимогою виступають обмеження на параметри забруднення навколишнього середовища, тобто екологічні аспекти. Аналізуючи результати інноваційного оновлення, утруднення викликає те, що, наприклад, обсяг продукції в грошовому вимірі не визначається за окремими ланками виробництва, а лише загалом. Через це такі показники, як дохід, прибуток, рентабельність продукції та інвестицій не можуть бути визначені на локальних рівнях по кожній ланці виробництва. Відповідно, оцінюючи та вибираючи варіанти інноваційного оновлення, треба використовувати загальні показники системи. Аналогом підходу є так звані наведені затрати, в яких використано сталий показник нормативної ефективності капітальних вкладень, хоча складові затрат беруться для окремих видів техніки і навіть різних галузей. У цьому напрямку на рівні виробничих систем підприємств потрібна розробка нестандартних підходів до оцінки заміщення поточних витрат капітальними з визначенням отриманого при цьому ефекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В економічній літературі є низка робіт, що стосуються оцінки кількісних закономірностей економічного зростання. На макrorівні використовують степеневу функцію Кобба-Дугласа для опису залежності динаміки продукції від зміни двох виробничих ресурсів – праці і капіталу. Для двох суміжних періодів часу можна отримати залежність для темпів зміни результатів від цих двох факторів.

Недоліком цього підходу є те, що потрібні сталі коефіцієнти функції визначаються в кращому випадку тільки на базі статистичних даних. Як врахувати вплив змін, зокрема інноваційних, у розвитку засобів праці, – невідомо.

Також у схожих моделях в явному вигляді не враховуються показники вибуття та оновлення фондів. З цього погляду заслуговують на увагу формули Домара, зорієнтовані на процес сталих темпів зростання фондів за умови незмінних періодів їхньої експлуатації [1].

На мікрорівні типу виробничих систем підприємств оцінка разових інноваційних змін здійснюється в практичній діяльності шляхом часткового застосування балансових економічних методів з великим ступенем інтуїції та довільності.

В аспекті оцінки окупності інноваційних проектів використовується метод ЧТВ, в якому суттєво присутній фактор часу та процедура дисконтування [2]. Але при цьому проекти недостатньо оцінюються з точки зору варіантності та інноваційності. На цьому рівні виникає проблема розробки теоретичних засад щодо виявлення закономірностей інноваційного оновлення засобів праці та розробки напрямків їх використання у практичній діяльності підприємств.

Постановка цілей

Ставиться завдання дослідити кількісні закономірності інноваційного оновлення виробничої системи, яка складається з кількох технологічно пов'язаних ланок. Для цього необхідно з'ясувати взаємозв'язок темпів зростання техніко-економічних показників виробничої діяльності з динамікою затрат та параметрами наявного та інноваційного обладнання, що використовується в інноваційному оновленні ОЗ.

Виклад основного матеріалу

Основною концепцією прийнятого методологічного підходу до аналізу інноваційного оновлення є оперування з темпами змін ресурсних потоків у часі. Стосовно темпів зростання фондів, то підходи до їх визначення на основі схеми оновлення були нами розглянуті у попередніх роботах.

В подальшому вважаємо, що потрібно визначити темпи зміни інших показників, обумовлені темпами зростання фондів.

Важливим є взаємозв'язок темпів зростання продукції з темпами зростання основних фондів. Для одного виду фондів, як нами встановлено, проглядається така залежність:

$$p = f + K_p * K_{он}, \quad (1)$$

де p – темпи зростання обсягів випуску продукції в натуральному (грошовому) вимірі; f – темпи зростання основних фондів; K_p – коефіцієнт, пов'язаний з параметрами наявного і нового (інноваційного) обладнання; $K_{он}$ – коефіцієнт оновлення основних засобів.

У рівнянні (1) коефіцієнт K_p визначається так:

$$K_p = f_2 / f_1 - 1, \quad (2)$$

де f_1/f_2 – показники фондівдачі в базовому та інноваційному варіантах техніки.

Залежно від знаку K_p мають місце різні тенденції взаємозв'язку темпів зростання ОЗ та продукції. Якщо $K_p = 0$, тобто фондівдача залишається сталою в процесі інноваційної заміни, то темпи росту фондів і продукції будуть однаковими. При додатному значенні K_p темпи росту продукції є вищими від темпів зростання фондів. У варіанті від'ємної величини K_p темпи росту фондів перевищують темпи росту випуску продукції.

Як впливає із рівняння (1), особливу роль відіграє коефіцієнт оновлення $K_{он}$, який визначається так (формула Домара):

$$K_{он} = f^T / (f^T - 1) * (f - 1). \quad (3)$$

Коефіцієнт $K_{он}$ для усталених темпів залежить від темпів зростання фондів та термінів їхнього використання T . Безпосередньо кількісні значення $K_{он}$ наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів оновлення залежно від строків служби ОЗ та темпів їх зростання (розраховано за формулою (3))

T, f	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08
5	0,2000	0,2121	0,2246	0,2374	0,2505
10	0,1000	0,1113	0,1233	0,1359	0,1490
15	0,0667	0,0778	0,0899	0,1030	0,1168
20	0,0500	0,0612	0,0736	0,0872	0,1019

Аналіз табличних даних показує, що при однакових строках служби T коефіцієнт оновлення є більшим для більших темпів зростання фондів f . При постійних темпах коефіцієнт оновлення є меншим для більших строків служби фондів.

Простішу інтерпретацію впливу вибраних факторів на $K_{он}$ дає знайдена нами така наближена залежність:

$$K_{он} = 1/T + 0,63 * (f - 1) \quad (4)$$

Проведемо, наприклад, розрахунки для даних, що містяться у другій стрічці табл 1: $T=10$; $f = 1,02; 1,04; 1,06; 1,08; 1,10$. Згідно з наближеною залежністю отримуються такі результати: $K_{он} = 0,1126$; $K_{он} = 0,1252$; $K_{он} = 0,1378$; $K_{он} = 0,1504$; $K_{он} = 0,1630$. Порівняння отриманих значень для показника $K_{он}$ з табличними свідчить, що наближена формула досить адекватно характеризує коефіцієнт оновлення. Важливість наближеної формули полягає в тому, що вона в силу адитивності структури прозоро відображає вплив кожного з двох факторів на $K_{он}$. Коефіцієнт оновлення містить дві складові. Перша з них дорівнює нормі амортизації і є меншою для більших нормативних строків використання обладнання. Друга складова пропорційна темпам приросту ОЗ з коефіцієнтом пропорційності 0,63. Через це коефіцієнт оновлення для більших темпів зростання ОЗ є більшим.

Наближену залежність також можна використовувати в подальшому аналізі оновлення. Зокрема, з використанням залежності (1) можна визначити взаємозв'язок між темпами приросту продукції та фондів у такому вигляді:

$$\Delta f = (\Delta p - 1/T * K_p) / (1 + 0,63 * K_p). \quad (5)$$

Структура цієї залежності показує, що при додатному K_p чисельник дробу є меншим від темпів приросту продукції, а знаменник – більшим від одиниці. Через це темпи зростання фондів будуть меншими від темпів зростання продукції. Коли K_p приймає від'ємні значення, ситуація стає протилежною – темпи зростання фондів переважають темпи зростання продукції. Для нульового значення K_p ці темпи є однаковими.

Також можна розглянути відношення цих темпів:

$$\Delta f / \Delta p = (1 - K_p / T * \Delta p) / (1 + 0,63 * K_p). \quad (6)$$

Аналіз правої частини співвідношення показує, що, крім коефіцієнта K_p , важливе значення має добуток строків служби на темпи приросту продукції. Оцінку сумісного впливу комбінації вказаних параметрів можна використовувати у виборі варіантів заміни обладнання.

Проілюструємо розглянуті підходи до аналізу динаміки оновлення обладнання для виробничої системи машинобудівного підприємства, яка складається з чотирьох ланок: I – вирізка заготовок: 1) ручна; 2) механічна; II – обточка заготовок: 1) ручна; 2) автоматична; III – свердління заготовок: 1) ручне; 2) автоматичне; IV – полірування заготовок: 1) ручне; 2) механічне. Відповідні заводські дані та розрахунок необхідних показників подано в табл. 2.

Порівняння для різних ланок відношення f_2/f_1 показує, що тільки в четвертій ланці впровадження нового обладнання приводить до зростання фондів. Загалом слід очікувати, що заміна ручної праці механізованою чи автоматизованою приводить до такої тенденції. Далі розраховуємо темпи зростання фондів по всіх ланках оновлення, припускаючи, що темпи приросту продукції становлять 5 % на рік ($p=1,05$), а термін використання обладнання – 5 років.

Для кожної виробничої ланки використовуємо рівняння (1) з конкретним значенням K_p . Зокрема, для I-ї ланки маємо таке рівняння:

$$1,05 = f - 0,8867 * f^5 (f^5 - 1) / (f^5 - 1).$$

Таблиця 2

Характеристики обладнання виробничої системи (власна розробка з використанням заводських даних)

F	P	P/F	$K_p=f_2/f_1-1$
113 I 2914	1,7 5,0	0,0150 0,0017	-0,8867
463 II 3665	0,5 2,3	0,0011 0,0006	-0,4545
206 III 2012	0,8 3,6	0,0039 0,0018	-0,5385
111 IV 413	0,7 5,0	0,0063 0,0121	0,9206

Розв'язування цього рівняння здійснюється за допомогою ітераційної процедури шляхом вибору f і порівняння лівої і правої частин. Для цього рівняння задовільним є результат, при якому $f = 1,8$ (I ланка).

Аналогічно складаємо рівняння для решти трьох ланок і розв'язуємо таким самим способом. Отримаємо такі результати: для темпів зростання фондів: $f = 1,2$ (II ланка); $f = 1,25$ (III ланка); $f = 0,9125$ (IV ланка).

По перших трьох ланках темпи зростання фондів перевищують темпи зростання продукції. По четвертій ланці спостерігається зменшення вартості обладнання. Причина полягає в тому, що в цій ланці фондівіддача зростає.

Становить інтерес визначення темпів зростання фондів для виробничої системи загалом. Припускаємо, що в базовому періоді використовувалось обладнання нижчого технічного рівня. Тоді шляхом складання відповідних балансових співвідношень, спрямованих на виконання однакової виробничої програми по всіх ланках, визначаємо частки вартостей устаткування кожної з ланок: 0,3473 (I ланка); 0,4838 (II ланка); 0,0861 (III ланка); 0,0829 (IV ланка). Маючи по окремих ланках темпи зростання фондів та їхні частки, визначаємо темп зростання фондів для всієї системи. Обчислення дають таку величину: $f = 1,39$.

Отже, для цієї конкретної системи п'ятивідсотковий темп приросту продукції потребує загалом 39-відсоткового зростання вартості фондів.

Висновки

Як показав проведений аналіз, дослідження динаміки інноваційного оновлення обладнання вимагає розробки та використання відповідних аналітичних методів. Орієнтація на показники темпів дає можливість системно врахувати фактор часу, характеристики діючої та інноваційної техніки, параметри ресурсних потоків. Для виробничих систем, які містять кілька виробничих ланок, потрібно насамперед розглядати окремо оновлення по кожній із них, оскільки кожний вид обладнання має свої суто індивідуальні особливості та стрибки інноваційності. Проведений аналіз також показав, що важливу роль в інноваційній динаміці відіграють терміни використання техніки та показники оновлення ОЗ. Запропонований варіант визначення коефіцієнтів оновлення дає можливість його простої інтерпретації. Отримані результати належить застосовувати в розв'язанні задач щодо вибору раціональних варіантів оновлення обладнання при розробці стратегії інноваційного розвитку виробничих систем.

Перспективи подальших досліджень

Крім рівняння для визначення темпів зростання продукції, важливо отримати аналогічні залежності для різних видів затрат – трудових, енергетичних, матеріальних, потреб у виробничих площах і т.д. Також важливо визначити динаміку показників прибутку, рентабельності продукції та основних засобів, що є складнішим завданням і потребує аналогічних нестандартних досліджень.

1. Domar E. *Essays in the Theory of Economic Growth*. New York, 1967. 2. Кириченко О. А. *Інвестування: підручник* / О. А. Кириченко, С. А. Єрохін. – К.: Знання, 2009. – 573 с. 3. *Збірник наукових праць. Економічні науки. ПВНЗ «Буковинський університет», Випуск 11.* – Чернівці: Книги – XXI, 2015. – 210 с. 4. Денисенко М. П. *Провайдинг інновацій: підручник* / М. П. Денисенко, А. П. Гречан, М. В. Гаман та ін. – К.: «Видавничий дім «Професіонал», 2008. – 448 с. 5. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права: [зб. наук. пр./ гол. ред. Л. А. Янковська]. Вип. 16 – Львів, Галицька видавнича спілка, 2016. – 184 с.*

1. Domar E. *Essays in the Theory of Economic Growth*. New York, 1967. 2. Kirichenko O. A. *Investing : tutorial* / Kirichenko O. A., Yerohin S. A. – K.: Znannja, 2009. – 573 p. 3. *Collection of scientific works. Economic sciences. Bukowina University, Issue 11.* – Chernivtsi: Books – XXI, 2015. – 210 p 4. Denisenko M. P. *Providing innovations: a textbook* / Denisenko M. P., Grechan A. P., Haman M. V. and others. – K.: «Publishing House Professional», 2008. – 448 p. 5. *Scientific notes of Lviv University of Business and Law: [d.sc.w. / ed. L. A. Yankovskaya]. Issue 16.* – Lviv, Galitska Publishing Union, 2016. – 184 p.