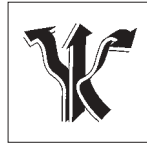


МІЖРЕГІОНАЛЬНА  
АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ



МАУП

**А. Ф. Бабицький**

**МЕТОДОЛОГІЯ АНАЛІЗУ  
ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ  
І УПРАВЛІННЯ**

*Рекомендовано*

*Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів*

Київ 2003

ББК 65.05я73  
Б12

Рецензенти: *А. С. Філіпенко*, д-р екон. наук, проф.  
*І. М. Ляшенко*, д-р фіз.-мат. наук, проф.

*Схвалено Вченою радою Міжрегіональної Академії  
управління персоналом (протокол № 7 від 31.07.02)*

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(лист № 14/11.2-2105 від 13.11.02)*

**Бабицький А. Ф.**

Б12      **Методологія аналізу економічних процесів і управління:**  
Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. — К.: МАУП, 2003. —  
128 с.: іл. — Бібліогр.: с. 121.

ISBN 966-608-313-2

У навчальному посібнику в межах нової економіко-математичної теорії розглянуто закони утворення, перенесення і збереження вартості для будь-якої економічної системи, що бере участь у кругообороті виробничих елементів: робочої сили, знарядь праці та предмета праці. На конкретних прикладах і розрахунках показано, що використання методів економіко-математичного моделювання дає змогу аналізувати складні економічні процеси як якісно, так і кількісно, не тільки в статистиці, а й у динаміці.

Для студентів вищих навчальних закладів із спеціальностей менеджмент організації та менеджмент зовнішньої економічної діяльності.

**ББК 65.05я73**

ISBN 966-608-313-2

© А. Ф. Бабицький, 2003  
© Міжрегіональна Академія  
управління персоналом (МАУП), 2003

## ВСТУП

Математичне моделювання є перспективним напрямом у методології аналізу економічних процесів. Його головне призначення — створення ефективного інструментарію для вирішення складних фінансово-економічних завдань ринкової економіки.

Використання методів економіко-математичного моделювання дає змогу аналізувати якісно і кількісно складні економічні процеси не тільки в статиці, а й у динаміці їхнього перебігу. Нові методи моделювання, засновані на строгих математичних розв'язаннях економічних завдань із застосуванням виявлених законів економіки виробництва [1], у поєднанні із сучасною обчислювальною технікою сприяють створенню високоефективних систем для аналізу стану і науково обґрунтованого прогнозування розвитку економіки підприємств, галузей і країни загалом, дають можливість усвідомлено управляти економічними процесами виробництва.

Це принципово змінює роль економічної науки щодо вирішення фінансово-економічних проблем і вироблення стратегії й тактики для досягнення поставленої мети. Економіка перестає бути “чорним ящиком” і стає настільки ж проектною, як і техніка виробництва.

Матеріал посібника викладено відповідно до програми з дисципліни “Методологія аналізу економічних процесів і управління”, яка передбачає вивчення:

- методів економіко-математичного моделювання;
- основ економіко-математичної теорії та її новітніх досягнень;
- моделей, що застосовуються, і нових моделей відтворення;
- економічних законів та економічних закономірностей;
- нових систем економічних показників і критеріїв життєздатності, дієздатності, патології та соціальної корисності виробництва;
- моделі саморегулювання економіки виробництва за принципом “невидимої” руки;
- моделі управління економікою виробництва за принципом “проектного” результату;
- методу економіко-математичних (числових) експериментів на ЕОМ.

У процесі вивчення дисципліни студент повинен ознайомитися:

- із сучасним станом економіко-математичної науки та її нових досягнень;

- з новими методами економіко-математичного моделювання і можливостями їх використання для вирішення сучасних економічних проблем;
- з можливістю постановки великомасштабних економіко-математичних експериментів на ЕОМ.

Щодо практичних навичок він повинен уміти:

- відображати економічні процеси, що відбуваються, і визначати необхідні методи для розв'язання теоретичних і практичних завдань;
- оцінювати складність економічних процесів і можливість їх адекватного моделювання;
- аналізувати стан економіки в різних галузях і масштабах виробництва;
- використовувати методи математичного моделювання для вирішення теоретичних і практичних завдань в економіці.

Опанування методами економіко-математичного моделювання та іншими економічними дисциплінами дає змогу здобути навички використання математики у дослідженні економічних процесів і розв'язанні складних економічних задач.

# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКОНОМІКИ СУСПІЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

## 1.1. Моделі рівноважного відтворення

### Формула кругообороту капіталу

Економічна структура суспільного виробництва — це сукупність підприємств, кількість яких залежить від ступеня розгалуження суспільного поділу праці. На відміну від натурального господарства підприємства виробляють продукт не для себе, а для обміну на інші продукти. Продукти перетворюються на товари, посередником в обміні яких стає абстрактний (знеособлений) товар — гроші.

Вироблення моделі предмета економіки й еволюція поглядів на економічну структуру виробництва тривають понад три сторіччя (У. Петті, А. Сміт, Д. Рикардо, К. Маркс та ін.). У результаті склалася система науково-практичних поглядів на виробництво і походження багатства народів, що дало змогу вивести формулу кругообороту капіталу:

Гроші → Товар → Виробництво → Новий товар → Нові гроші. (1.1)

Її застосування допомагало вирішувати практичні завдання на стадії розвитку індустрії виробництва. Проте формула (1.1) відображає лише схему переходу від одного виробничого процесу до іншого, причому на мікрорівні. Вона не розкриває ні самі економічні процеси виробництва, ні закони їх перебігу. Тому всі спроби емпірично узагальнити дані мікрорівня щодо кругообороту розрізнених капіталів підрозділів виробництва (підприємств, фірм, банків) і в такий спосіб визначити закономірності економічних процесів (наприклад, економічних криз) на макрорівні могли мати лише випадковий успіх, у порівняно невеликих інтервалах часу і вузьких межах окремих завдань.

## Двосекторна модель простого відтворення

В основу моделі рівноважного відтворення [8] покладено поняття “постійний” і “змінний” капітал. Постійний капітал ( $c$ ) — вартість засобів виробництва; змінний ( $v + m$ ) — вартість затраченої праці, де  $v$  — вартість основної праці, або вартість предметів “невиробничого” споживання, які використала робоча сила;  $m$  — додаткова вартість, створена додатковою працею.

Оскільки необхідно відтворити обидві частини капіталу, виникла двосекторна модель відтворення, за якою розраховують виробництво двох видів продукту і сукупний продукт як їх суму:

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= c_1 + v_1 + m_1 \\ p_2 &= c_2 + v_2 + m_2 \end{aligned} \right\}, \quad (1.2)$$
$$P = c + v + m$$

де  $p_1$  — засоби виробництва;  $p_2$  — предмети споживання.

На основі доданків алгебраїчних рівностей (1.2) визначають економічні показники, що характеризують відтворення:

- $Y = v + m$  — національний дохід, або дохід суспільства, який дорівнює сукупній вартості, заново створеної протягом року;
- $P = c + v + m$  — сукупні витрати на виробництво продукту;
- $m$  — вартість додаткового продукту;
- $Y/P$  — прибутковість суспільного відтворення;
- $P/Y$  — продуктивність живої праці.

Умовою рівноваги процесу відтворення вважається, що за простого відтворення національний дохід ( $v + m$ ) дорівнює виробленим продуктам невиробничого споживання, тобто продукту  $p_2$ .

$$v + m = p_2 = c_2 + v_2 + m_2; \quad (1.3)$$

$$v + m = v_1 + m_1 + v_2 + m_2,$$

$$\text{звідки } c_2 = v_1 + m_1. \quad (1.4)$$

З урахуванням рівності (1.4) продукт у секторі відтворення засобів виробництва повинен становити

$$p_1 = c_1 + v_1 + m_1 = c_1 + c_2. \quad (1.5)$$

Отже, відповідно до рівності (1.5) у простому рівноважному відтворенні витрати засобів виробництва  $c_2$  на виробництво предметів споживання  $p_2$  дорівнюють витратам живої праці  $v_1 + m_1$  на виробництво засобів виробництва, тобто продукту  $p_1$ .

Простим таке відтворення вважається тільки тому, що весь національний доход за умовою (1.3) спрямовується на виробництво предметів споживання, тобто не витрачається на приріст засобів виробництва. Основний капітал ( $c$ ) не зростає, і тому відтворення вважається простим. Щодо засобів виробництва це дійсно так. Але крім них у процесі праці бере участь робоча сила, відтворення якої в такій моделі не відображено. В ній робоча сила розглядається тільки стосовно витрат на виробництво предметів споживання (що спрямовуються на оплату робочої сили, взятої “на прокат” — на час її участі в процесі виробництва), а не як виробничий елемент. Щоправда, К. Маркс, формулюючи умову рівноважного відтворення, стверджував, що змінний капітал певною мірою аналогічний витратам на відтворення виробничого елемента — робочої сили. Але загалом вважалося, що “робоча сила створює вартість, сама ж вартості не має”.

За цього припущення робоча сила бере участь у виробничому процесі лише біологічно, затрачуючи фізичну працю. За це вона отримує “повну” або “неповну” оплату своєї праці. Проте ця гіпотеза неправильна, тому що не відповідає дійсному процесу відтворення в його економічному значенні. Якщо робоча сила не має вартості, то з економічного погляду вона не є виробничим елементом, залишаючись “чорним ящиком”, де, як у безодні, зникають “неповна” і “повна” оплата праці, у тому числі й уся додаткова вартість у разі простого відтворення чи її частина за розширеного відтворення. Неясно і те, як створюється вартість фізичною працею, якщо робоча сила сама не має вартості.

## **Двосекторна модель розширеного відтворення**

Модель розширеного відтворення [8] полягає в тому, що додаткова вартість розподіляється між двома секторами виробництва на розширення відтворення і на збільшення споживання:

$$\begin{aligned} p_1 &= c_1 + v_1 + m_{1c} + m_{1v} + m_{1o} \\ p_2 &= c_2 + v_2 + m_{2c} + m_{2v} + m_{2o} \\ P &= c + v + m \end{aligned} \tag{1.6}$$

При цьому додаткова вартість поділяється на три частини:

$$m = m_c + m_v + m_o, \quad (1.7)$$

де  $m_c$  — додаткова вартість, спрямована на збільшення постійного капіталу;  $m_v$  — додаткова вартість, спрямована на зростання змінного капіталу;  $m_o$  — додаткова вартість, спрямована на збільшення невиробничого споживання.

Оскільки внаслідок обміну товарів додаткова вартість може перерозподілятися між двома секторами, та додаткова вартість, що йде на зростання капіталу, розподіляється ще за ознаками секторів одержання і напрямками.

$$m_{1c} = m_{1c1} + m_{1c2}; \quad (1.8)$$

$$m_{2c} = m_{2c1} + m_{2c2},$$

де  $m_{1c1}$  — частина додаткової вартості, отримана в 1-му секторі виробництва і спрямована на зростання засобів виробництва цього сектора;  $m_{1c2}$  — частина додаткової вартості, отримана в 1-му секторі виробництва, але спрямована на зростання засобів виробництва 2-го сектора, і т. д.

$$m_{1v} = m_{1v1} + m_{1v2}; \quad (1.9)$$

$$m_{2v} = m_{2v1} + m_{2v2}.$$

Члени лівих частин рівностей (1.8), (1.9) відображають додаткову вартість за секторами її утворення, а правих частин — за секторами її використання, про що свідчить остання цифра в їх індексах. Щодо величин додаткової вартості  $m_{10}$  і  $m_{20}$ , утвореної в 1-му і 2-му секторах, то в цій моделі вважається, що вони спожиті разом із продуктом невиробничого споживання.

Розширене відтворення вважають рівноважним, якщо задовольняється потреба обох секторів у засобах виробництва. Приріст засобів виробництва визначається, з одного боку, величиною продукту  $p_1$  у розширеному відтворенні:

$$p_1 = c_1 + v_1 + m_{1c1} + m_{1c2} + m_{1v1} + m_{1v2} + m_{1o}, \quad (1.10)$$

а, з іншого — витратами засобів виробництва в 1-му і 2-му секторах, що дорівнює



$$\delta C = c_1 + m_{1c1} + m_{1c2} + c_2 + m_{2c2} + m_{2c1}. \quad (1.11)$$

Прирівнюючи приріст (1.10) і витрати (1.11) засобів виробництва, одержимо умову рівноважного розширеного відтворення:

$$c_2 + m_{1c2} + m_{2c1} = v_1 + m_{1v1} + m_{1v2} + m_{10}. \quad (1.12)$$

Із зіставлення рівностей (1.4) і (1.12) видно, що розширене відтворення відрізняється від простого тим, що частина додаткової вартості, спрямована на збільшення засобів виробництва 2-го сектора, повинна дорівнювати частині додаткової вартості, спрямованої на збільшення змінного капіталу. Крім того, в 1-й сектор спрямовується тільки частина додаткової вартості ( $m_{10}$ ), призначеної для невиробничого споживання, а інша її частина ( $m_{20}$ ) потрапляє у 2-й сектор.

Варто зазначити, що в наведеній двосекторній моделі розглядається відтворення капіталу, а не виробничих елементів, у тому числі й робочої сили. Отже, вона не враховує багатьох моментів процесу відтворення.

## **Багатосекторна модель відтворення. Модель міжгалузевих зв'язків**

За своєю сутністю багатосекторна модель відтворення [8] є тією самою моделлю відтворення капіталу, що і двосекторна. Відмінність лише в тому, що кількість секторів збільшується з двох до  $n$ . Елементи, які становлять величину виробленого в кожному секторі продукту, ті самі, що й у двосекторній моделі: витрати постійного і змінного капіталу та створена додаткова вартість.

Сукупний продукт дорівнює сумі продуктів, вироблених у всіх секторах виробництва:

$$P = \sum_{n=1}^{n_0} p_n \quad (n = 1, 2, \dots, n_0), \quad (1.13)$$

$$\text{де } p_n = c_n + v_n + m_n \quad (n = 1, 2, \dots, n_0), \quad (1.14)$$

$c_n, v_n$  — витрати постійного і змінного капіталу на виробництво  $n$ -го продукту;  $m_n$  — додаткова вартість у виробленому  $n$ -му продукті.

Рівності (1.13) і (1.14) визначають результат виробництва за обсягом витрат капіталу і виробленого продукту в різних його секторах.

Насправді це вже не продукт, а продукція різних технічних галузей виробництва: сталь, вугілля, газ, нафта, трактори, верстати, хліб, одяг, обчислювальна техніка тощо.

Для виробництва будь-якого конкретного виду продукту  $p_n$  капітал  $c_n$  у споживчому вигляді може бути неоднорідним, тому що при цьому як постійний капітал використовують продукти багатьох галузей.

$$c_n = \sum_{i=1}^{n_0} c_{ni}; \quad c_{ni} \geq 0 \quad (n, i = 1, 2, \dots, n_0), \quad (1.15)$$

де:  $c_{ni}$  — витрати  $n$ -го продукту для виробництва продукту в  $i$ -й галузі.

Витрати  $c_{ni}$  називають матеріальними потоками з  $n$ -ї у  $i$ -ту галузь.

З урахуванням рівності (1.15) величина виробленого продукту в  $n$ -й галузі дорівнюватиме

$$p_n = \sum_{i=1}^{n_0} c_{ni} + v_n + m_n \quad (n, i = 1, 2, \dots, n_0). \quad (1.16)$$

Продукти, вироблені в  $i$ -х галузях, розподіляються в них у вигляді засобів виробництва (основного капіталу) і деякого залишку — чистого продукту:

$$p_i = \sum_{i=1}^{n_0} c_{ni} + X_i \quad (n, i = 1, 2, \dots, n_0), \quad (1.17)$$

де  $X_i$  — чистий продукт  $n$ -го виду, або те, що залишилося від виробленого продукту  $p_i$  після виробничого споживання.

Умова рівноваги відтворення в  $n$ -й галузі полягає в балансі виробництва і витрат засобів виробництва — основного капіталу.

$$p_i = p_n \quad \text{при} \quad i = n \quad (n, i = 1, 2, \dots, n_0). \quad (1.18)$$

$$\sum_{n=1}^{n_0} c_{ni} + X_i = \sum_{i=1}^{n_0} c_{ni} + v_n + m_n; \quad n_0 \geq 2 \quad (n, i = 1, 2, \dots, n_0). \quad (1.19)$$

$X_i, v_n, m_n$  визначаються при  $i = n$ .

Рівність (1.16) відображає виробництво, тобто випуск продукції; рівність (1.17) — витрати випущеної продукції. Тому метод міжгалузевих балансів (1.16) – (1.19) називають “витрати — випуск”.

Модель багатосекторного відтворення і схему міжгалузевих зв'язків наведено у табл. 1.1, в якій стовпці — виробництво продук-

Таблиця Леонтьєва “витрати — випуск”

$v_i$	$v_1$	$v_2$	...	$v_n$	$v$	
$c_{1n}$	$c_{11}$	$c_{12}$	...	$c_{1n}$	$c_1$	$X_1$
$c_{2n}$	$c_{21}$	$c_{22}$	...	$c_{2n}$	$c_2$	$X_2$
...	...	...	...	...	...	...
$c_{in}$	$c_{i1}$	$c_{i2}$	...	$c_{in}$	$c_i$	$X_i$
$m_n$	$m_1$	$m_2$	...	$m_n$	$m$	
$p_i$	$p_1$	$p_2$	...	$p_n$	$p$	$X$

ту в  $i$ -х галузях, а рядки — витрати цих продуктів. Відповідно ліва частина рівності (1.19) визначає витрати за рядками таблиці, а його права частина — виробництво  $n$ -го продукту за стовпцями таблиці. При цьому кількість галузей, а відповідно — стовпців і рядків у таблиці, може бути будь-якою, але більшою за 2 і кінцевою величиною. Якщо  $n_0 = 2$ , матимемо двосекторну модель відтворення за схемою К. Маркса.

У кількісному вираженні міжгалузеві зв'язки характеризуються технологічними коефіцієнтами виробництва:

$$a_{ni} = \frac{c_{ni}}{p_n}; \quad 1 \geq a_{ni} \geq 0 \quad (n, i = 1, 2, \dots, n_0). \quad (1.20)$$

При  $i = n$  продукт споживається у власній галузі.

Коефіцієнти (1.20) з технічного погляду характеризують технічну структуру засобів виробництва в  $i$ -х галузях, з економічного — ринки можливого збуту виробленої продукції в усіх  $i$ -х галузях. Саме це й стало стимулюючим чинником для практичного використання методу “витрати — випуск” у великих фірмах і державних органах розвинутих капіталістичних держав, насамперед у США.

Перший такий баланс за 1919 р. був складений Василем Леонтєвим у 30-ті роки ХХ ст. для США у матеріальному вираженні для 44 галузей. Таблицю міжгалузевих зв'язків стали називати таблицею Леонтєва. У 70-ті роки В. Леонтєв запропонував використовувати метод “витрати — випуск” для моделювання і збалансування світової економіки. У колишньому СРСР ідея і методи галузевого збалансування застосовувалися для планового керування економікою країни загалом. З появою сучасної високорозвинутої обчислювальної техніки міжгалузеві баланси складаються, наприклад у Росії, для 150 галузей і більше.

Метод “витрати — випуск” — це могутній і ефективний інструмент для реалізації економіко-технічних проєктів державного і міждержавного масштабу. Деякою мірою, за аналізом “витрати — випуск” можна зробити висновок про динаміку розвитку економіки загалом, що стали використовувати для програмного розвитку передові капіталістичні держави.

Проте багатосекторна модель — це модель структури капіталу, перенесена на макроекономічний рівень, а “витрати — випуск” за галузями — статичний аспект випуску і розподілу великої кількості різномірної продукції без урахування причинно-наслідкових зв'язків. За значного зростання обсягів виробництва і різкої зміни його економічної структури стали очевидними обмежені можливості цього методу для вирішення сучасних економічних проблем. Тому необхідні інші моделі й методи, які дають змогу в динаміці визначити причинно-наслідкові зв'язки і здійснювати розрахунки методом старту та динамічного розвитку процесу за заданою траєкторією до програмної цілі.

## **1.2. Формула і модель кругообороту виробничих елементів**

### **Економічна структура реального виробництва. Формула кругообороту виробничих елементів**

Для вирішення завдань сучасного великомасштабного виробництва — планового, ринкового чи програмно-ринкового — потрібна модель, яка відображає виробництво в цілому [1, 2]. Основою ви-

робництва та його економічної структури є не розрізнені капітали, а його складові функціональні елементи: робоча сила, знаряддя праці та предмет праці. Для дослідження економічних процесів, що відбуваються усередині самого виробництва, потрібно перейти від схеми (1.1) кругообороту капіталу до схеми (2.21) кругообороту виробничих елементів [2, 3]:

$$A \rightarrow \Pi \rightarrow A^1, \quad (1.21)$$

де

$A = A_1 + A_2 + A_3$  — початкові виробничі елементи (робоча сила —  $A_1$ , знаряддя праці —  $A_2$ , предмет праці —  $A_3$ ), що беруть участь у процесі виробництва будь-якого масштабу;

$A^1 = A_1^1 + A_2^1 + A_3^1$  — заново створені виробничі елементи;

$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3$  — продукт (робоча сила —  $\Pi_1$ , знаряддя праці —  $\Pi_2$ , предмет праці —  $\Pi_3$ ).

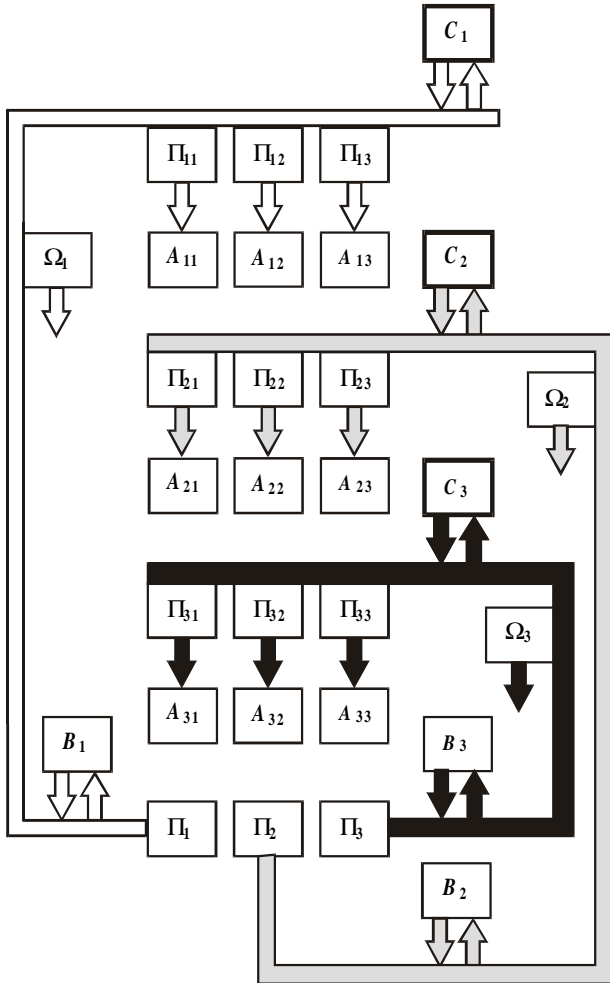
Відповідні частини трьох виробничих елементів беруть участь у процесі виробництва трьох видів продукту (рис. 1.1). Причому предмети і тварини можуть бути як знаряддями праці, так і предметом праці, люди — робочою силою і предметом праці, іноді — знаряддям праці, наприклад за рабовласницького ладу. Крім того, частина виробничих елементів, які наявні, але на даний момент не використовуються у виробництві, утворюють так звані виробничі скарби<sup>1</sup>.

Оскільки будь-яка велика і мала системи розглядаються лише в певних межах, то можливий приплив виробничих елементів і продуктів ззовні до системи або відтік їх із системи, якою можуть бути країна, регіон, район, галузь, підприємство та ін. Можливі втрати цих елементів й усередині системи.

За такого підходу предметом дослідження є не сам товарообмін, а взаємоперетворення виробничих елементів, як показано на рис. 1.1. При цьому процес товарообміну, в тому числі за участю грошей, є частиною всього процесу кругообороту виробничих елементів. У свою чергу, кругооборот виробничих елементів є частиною кругообороту речовин у природі.

---

<sup>1</sup> Термін “виробничі скарби” введено тому, що скарби не переносять вартість на вироблений продукт.



**Рис. 1.1. Економічна структура суспільного виробництва:**

$A_{kl}$  ( $k, l = 1, 2, 3$ ) — вартість трьох частин трьох виробничих елементів для виробництва трьох видів продукту;  $\Pi_{kl}$  ( $k, l = 1, 2, 3$ ) — вартість трьох частин трьох видів продукту, що розподіляються по частинах виробничих елементів;  $C_1, C_2, C_3$  — вартість трьох видів виробничих скарбів;  $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3$  — економічні втрати при виробництві трьох видів продукту та виробничих елементів;  $B_1, B_2, B_3$  — вартість припливу ззовні трьох виробничих елементів (робочої сили, знарядь і предмета праці)

## Модель економічної структури підприємства. Зв'язок моделі кругообороту виробничих елементів з економічною структурою реального виробництва

Підприємство складається з тих самих структурних елементів, що і суспільне виробництво (рис. 1.2). У ньому також наявні виробничі елементи, виробничі скарби, економічні втрати, приплив і відтік вартості. Підприємство є реальним об'єктом, тобто частиною усього виробництва, і в мініатюрі ніби його подобою. Водночас підприємство і суспільне виробництво виконують різні функції.

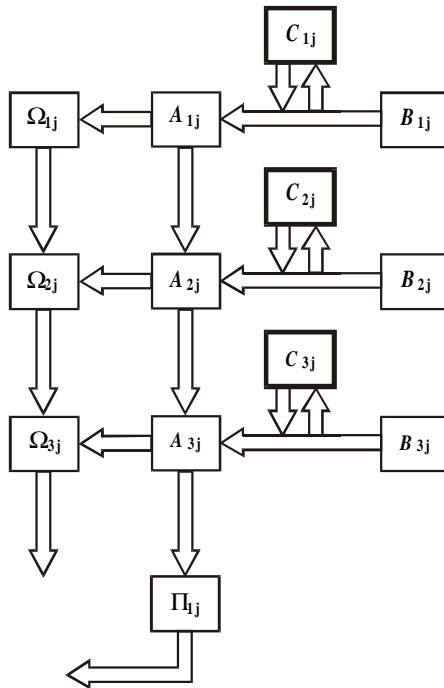


Рис. 1.2. Економічна структура підрозділу суспільного виробництва:

$A_{kj}$ ,  $A_{2j}$ ,  $A_{3j}$  — вартість виробничих елементів  $j$ -го підприємства;  $B_{1j}$ ,  $B_{2j}$ ,  $B_{3j}$  — вартість припливу ззовні на  $j$ -те підприємство робочої сили, знарядь праці та предмета праці;  $\Omega_{1j}$ ,  $\Omega_{2j}$ ,  $\Omega_{3j}$  — економічні втрати трьох виробничих елементів  $j$ -го підприємства;  $\Pi_{ij}$  — вартість  $i$ -ї продукції  $j$ -го підприємства

Виробництво загалом здійснює кругообірот виробничих елементів, а підприємство виробляє для них лише окремі деталі. Таким чином, макроструктура, будучи абстрактною картиною, реально відображає макропроцеси кругообіроту виробничих елементів. Мікроструктура як деталізована картина відображає реальне виробництво. Обидві вони є модельним відображенням реального виробництва, і між ними існує якісний і кількісний зв'язок.

Сума виробничих елементів мікроструктури дорівнює виробничим елементам макроструктури виробництва в цілому:

$$A_{kl} = \sum_{j=1}^J \alpha_{klj} A_{kj} \quad (j=1,2,\dots,J), \quad (k=1,2,3); \quad (1.22)$$

$$\sum_{l=1}^3 \alpha_{klj} = 1 \quad (l=1,2,3),$$

де  $\alpha_{klj}$  — коефіцієнт належності  $k$ -го виробничого елемента  $j$ -му підприємству для виробництва  $l$ -го продукту.

$$A_k = \sum_{j=1}^J A_{kj}; \quad (j=1,2,\dots,J), \quad (k=1,2,3). \quad (1.23)$$

Кожний із трьох видів продукту складається з відповідної продукції:

$$\Pi_l = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \beta_{lij} \Pi_{ij} \quad (j=1,2,\dots,J), \quad (i=1,2,\dots,I); \quad (1.24)$$

$$\sum_{l=1}^3 \beta_{lij} = 1 \quad (l=1,2,3),$$

де  $\beta_{lij}$  — коефіцієнт належності  $i$ -ї продукції  $j$ -го підприємства до  $l$ -го виду продукту ( $l=1$  — до робочої сили,  $l=2$  — до знарядь праці,  $l=3$  — до предмета праці).

Втрати та виробничі скарги макrorівня складаються з втрат і виробничих скаргів мікрорівня.

$$\Omega_k = \sum_{j=1}^J \Omega_{kj}; \quad (j=1,2,\dots,J), \quad (k=1,2,3); \quad (1.25)$$

$$C_k = \sum_{j=1}^J C_{kj}; \quad (j=1,2,\dots,J), \quad (k=1,2,3). \quad (1.26)$$

У такий спосіб утворюється повний взаємозв'язок між економічними структурами мікро- і макrorівнів.



## 1.3. Структура виробничого процесу і виробничих елементів

### Функціонально-соціальний склад учасників суспільного виробництва

Усі речі і живі істоти, за винятком людей, у виробничий процес можуть вступати у вигляді предмета праці чи знаряддя праці. Люди, які беруть участь у виробничому процесі, можуть виступати як робоча сила та предмет праці, а за рабовласницького ладу — і як знаряддя праці. Учасниками виробництва є всі люди, які беруть участь у виробництві та споживанні спільно виробленого (видобутого) продукту. Вони поділяються на активних і пасивних учасників процесу виробництва.

*Активні учасники виробництва* — всі ті, хто індивідуально чи в групі впливають знаряддями праці на предмет праці. Разом вони становлять робочу силу, яка за функціональним призначенням у суспільному виробництві розподіляється на три частини: одна з них призначена для виробництва знарядь праці, друга — для виробництва матеріалів (предмета праці), третя — для відтворення робочої сили.

Витрат праці вимагає відтворення не тільки засобів виробництва, а й самої робочої сили. Наприклад, медики, педагоги, вихователі, працівники фізичного виховання, перукарі, працівники суспільного харчування і багато інших належать до активних учасників виробництва, тому що безпосередньо (живою працею) беруть участь у відтворенні одного з виробничих елементів — робочої сили. З розвитком виробництва витрати як уречевленої, так і живої праці на відтворення робочої сили збільшуються.

До соціальних груп активних учасників виробництва належать робітники, селяни, службовці, творча інтелігенція та інші, хто безпосередньо чи опосередковано бере участь у процесі дії знаряддями праці на предмет праці.

*Пасивні учасники виробництва* — всі люди, які є предметом праці та споживають вироблений продукт. До них належать ті, хто в минулому були (пенсіонери) чи в майбутньому будуть (діти, учні всіх рівнів і напрямів) активними учасниками виробництва, а також власники засобів виробництва та робочої сили, якщо вони й не беруть участі в процесі виробництва. Останні існували й у первісних формах

виробництва: за рабовласництва, феодалізму й у простому капіталістичному виробництві.

Існує принципова розбіжність між учасниками первісних і розвинутих форм виробництва. У первісних формах виробництва, за винятком первіснообщинних, їхні активні учасники не мали засобів виробництва і були здатні брати участь у процесі виробництва переважно фізичною працею. А ті, хто мав приватну власність, здебільшого були не активними, а пасивними учасниками виробничого процесу, виступаючи як розпорядники своєї власності та привілейовані споживачі виробленого продукту.

У розвинутих формах виробництва, особливо після НТР, проста фізична праця дедалі більше поступається складній розумовій праці, яка використовує інтелектуальні засоби виробництва (мозок людини), якими володіють самі учасники виробництва.

В абсолютно чистому вигляді ніщо не може існувати. Власники рабів, маєтків, капіталів залежно від особистих схильностей, розмірів власності й умов виробництва іноді брали і беруть не тільки пасивну, а й активну участь у самому виробничому процесі, виконуючи роль організаторів, керівників, а часом і рядових працівників. К. Маркс, досліджуючи роль капіталу та його власників у виробничому процесі, стверджував, що багатьом з капіталістів належить заробітна плата, і чимала, за безпосереднє керівництво виробництвом і ведення фінансової справи.

У свою чергу, активні учасники виробництва поза своїм робочим місцем стають пасивними, тобто предметом праці для інших. Але при цьому вони споживають лише частину того (заробітну плату), що вироблено ними під час активної участі у виробничому процесі.

Такі соціальні групи, як діти й учні, є переважно предметом праці й матеріально забезпечуються (з погляду виробництва) за “технологічними” нормами відтворення робочої сили. У міру можливості суспільство і батьки дають їм усе, що необхідно для їхнього нормального розвитку. Водночас учні є частково активними учасниками виробничого (навчального) процесу, тому що працюють над собою і витрачають працю на своє розумове та фізичне вдосконалювання з метою підготування себе до майбутньої роботи. Проте як соціальна група учні належать до пасивних учасників виробництва, оскільки більшість того, що споживають, не виробляють.

Відношення кількості активних до кількості всіх учасників виробництва, тобто до чисельності всього населення, становить *коефіцієнт трудового використання населення*.

$$z = \frac{N_{\text{т}}}{N} \quad (N = N_{\text{т}} + N_{\text{п}}),$$

де  $N_{\text{т}}$ ,  $N_{\text{п}}$  — відповідно кількість активних і пасивних учасників виробництва,  $N$  — загальна чисельність населення.

## Сутність і структура виробничого процесу

Для здійснення виробничого процесу необхідна наявність робочої сили, знарядь праці та предмета праці.

*Виробничий процес* — індивідуальна або групова участь людей за допомогою праці у виробництві (добуванні) якого-небудь продукту (предмета), придатного для відновлення одного чи декількох виробничих елементів: робочої сили, знарядь і предмета праці.

*Робоча сила* — активні учасники виробництва і матеріальний носій живої й уречевленої праці.

Отже, робочу силу утворюють активні учасники виробництва, здатні виконувати виробничі функції за допомогою прямого чи непрямого впливу знаряддями праці на предмет праці. До непрямого впливу, наприклад, належать технічне керування виробничими процесами безпосередньо або за допомогою людей, ЕОМ та ін.

*Знаряддя праці* — матеріальні носії уречевленої праці (предмети, об'єкти), якими учасники виробництва цілеспрямовано впливають на предмет праці з метою навмисної зміни чи збереження певних його споживчих властивостей, положення в просторі та в часі.

*Предмет праці* — матеріальні носії уречевленої праці (предмети, люди, об'єкти, інформаційні дані тощо), які у виробничому процесі піддаються цілеспрямованому впливу, внаслідок чого змінюються чи зберігаються певні їх споживчі властивості, положення в просторі та в часі.

*Уречевлена праця* — минула, тобто витрачена у минулому, праця, що міститься в кожному виробничому елементі й в кожній з його складових. У робочій силі міститься уречевлена праця  $A_{\text{т}}$ , у знаряддях праці —  $A_{\text{р}}$  і в предметі праці —  $A_{\text{м}}$ .

*Характеристики уречевленої праці:*

1. Уречевлена праця виробничих елементів може бути тільки додатною величиною, тобто

$$A_k \geq 0 \quad (k = 1, 2, 3).$$

2. Уречевлена праця будь-якого виробничого елемента дорівнює сумі уречевленої праці, що міститься в його складових:

$$A_k = \sum_{i=1}^{I_k} \alpha_{ki} \quad (k = 1, 2, 3), \quad (i = 1, 2, \dots, I_k),$$

де  $A_k$  — кількість уречевленої праці в  $k$ -му виробничому елементі;  $\alpha_{ki}$  — кількість уречевленої праці в  $i$ -й частини  $k$ -го виробничого елемента;  $I_k$  — будь-яке велике, але кінцеве ціле число частин  $k$ -го виробничого елемента.

Уречевлена праця будь-якої складової виробничих елементів може бути тільки додатною величиною:

$$\alpha_{ki} \geq 0 \quad (k = 1, 2, 3), \quad (i = 1, 2, \dots, I_k).$$

*Фізичний процес праці*, (або жива праця) — цілеспрямований індивідуальний чи груповий вплив активних учасників виробництва знаряддями праці на предмет праці з метою навмисної зміни чи збереження певних його споживчих властивостей, положення в просторі та в часі.

*Споживчі властивості продукту* — такі його властивості (фізичні, геометричні, біологічні, соціальні та ін.), які можуть бути використані для відновлення робочої сили, знарядь і предмета праці, їх положення в просторі та в часі.

*Виробничий процес* — цілеспрямоване перетворення в процесі праці трьох виробничих елементів (робочої сили, знарядь і предмета праці) на продукт виробництва, тобто додання предмету праці нових чи збереження вже існуючих споживчих властивостей у просторі та в часі.

Оскільки виробничий процес відбувається в просторі та в часі, то і споживчі властивості продукту характеризуються не тільки кількісними і якісними параметрами самого продукту, а і його положенням у просторі та виявом його властивостей у часі.

*Економічний процес виробництва* — перенесення уречевленої праці з усіх трьох виробничих елементів (робочої сили, знарядь і предмета праці) на вироблений (видобутий) продукт. У результаті цього кількість уречевленої праці в кожному виробничому елементі й у кожній його складовій одночасно зменшується, а у виробленому (видобутому) продукті зростає.

Кількість уречевленої праці, що міститься в складному (складеному) продукті, дорівнює сумі уречевленої праці, усіх його складових:

$$П = \sum_{i=1}^I П_i \quad (i = 1, 2, \dots, I_0),$$

де:  $П$  — кількість уречевленої праці, що міститься у всьому продукті;  
 $П_i$  — кількість уречевленої праці, що міститься в  $i$ -й частині продукту  $П$ ;  $I_0$  — будь-яке велике, але кінцеве ціле число частин продукту  $П$ .

Уречевлена праця будь-якої частини продукту може бути тільки додатною величиною:

$$П_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, I_0).$$

Отже, виробничий процес є сукупністю трудових процесів, у результаті яких утворюється (видобувається) продукт (частина продукту), що містить деяку кількість уречевленої праці та має певну сукупність споживчих якостей, положення у просторі й часі.

## **Споживча структура виробничих елементів**

Як відомо, праця породила людину, тобто спричинила спочатку біологічну, а потім і соціальну (суспільну) необхідність цілеспрямованої участі людей у поліпшенні умов свого існування. Люди створили безліч предметів як побутового, так і виробничого призначення.

Від створених природою ці предмети відрізняються тим, що в них міститься попередньо витрачена (уречевлена) праця, і їх потрібно відтворювати. В економічному значенні усі вони — лише в минулому затрачена праця, і не більше того. Але ця первісна праця має споживчу форму — оболонку, що складається з багатьох деталей, які виконують різноманітні функції. Якщо вартість предметів визначається кількістю уречевленої в них праці, то споживча вартість, або споживчі якості предметів, характеризується їх здатністю виконувати певні механічні (технічні), біологічні чи соціальні функції. А оскільки у сфері виробництва нічого іншого немає, крім виробничих елементів, то всі існуючі та уявні предмети повинні бути поділені між ними. Для цього необхідно класифікувати споживчу структуру самих виробничих елементів.

**1. Споживчі якості робочої сили.** Залежно від виконуваних нею виробничих функцій можна вирізнити 10 властивостей:

- 1) соціальна (суспільна) здатність і потреба в суспільному виробництві;
- 2) біологічна потреба і здатність участі в процесі праці;

- 3) здатність сприймати зовнішню інформацію — наявність органів і засобів зв'язку із зовнішнім світом (світогляд, зір, слух, нюх, дотик);
- 4) здатність перероблення інформації — наявність органів і засобів вироблення й прийняття осмисленого рішення (мозок і розвиток розумових здібностей);
- 5) здатність переміщення і координації у просторі — наявність природних органів і відповідних засобів;
- 6) здатність впливу за допомогою знарядь праці чи безпосередньо (руками, ногами тощо) на предмет праці;
- 7) здатність до самовідтворення — наявність органів і засобів біологічного розмноження і соціального розвитку;
- 8) здатність до внутрішнього захисту — наявність органів і засобів внутрішнього захисту від механічного, біологічного і соціального впливу навколишнього середовища;
- 9) здатність до зовнішнього захисту — наявність органів і засобів зовнішнього захисту від механічного, біологічного і соціального впливу навколишнього середовища;
- 10) здатність виробляти енергію — наявність засобу забезпечення дієздатності та функціонування всіх органів робочої сили.

**2. Споживчі якості знарядь праці.** Залежно від виконуваних ними функцій також можна виділити 10 властивостей:

- 1) робочий інструмент — засіб впливу на предмет праці;
- 2) робочий механізм — засіб приведення в дію робочого інструменту;
- 3) механізм переміщення — засіб переміщення робочого інструменту чи предмета праці стосовно один одного;
- 4) органи (механізми) керування — засоби керування діями знарядь праці;
- 5) енергія — засоби приведення в дію механізмів та органів керування знаряддями праці;
- 6) органи інформації — засоби відображення дії знарядь праці та стану предмета праці;
- 7) органи зв'язку — засоби передання інформації усередині та зовні органів керування знаряддям праці;
- 8) внутрішній захист — засіб захисту технічного функціонування знарядь праці та робочої сили від шкідливих впливів усередині зони дії знарядь праці;
- 9) будівлі — засоби штучної ізоляції знарядь праці, предмета праці та робочої сили від впливу навколишнього середовища;

10) зовнішній захист — засіб захисту техніко-економічного функціонування знарядь праці, робочої сили та предмета праці від шкідливих впливів ззовні (охорона зони дії елементів виробництва, екологія).

**3. Споживчі види предмета праці.** Предмети праці передусім поділяються на речовинні матеріали, або просто матеріали (камінь, дерево тощо), та інформаційні матеріали, або просто інформацію (знання людини, література, закони, правила, науково-технічна документація тощо). Причому інформація розміщується на речовинних носіях інформації (мозок, папір, електронний пристрій та ін.), які самі по собі є речовинними матеріалами. Іншими словами, інформаційний матеріал ніби вкриває речовинний матеріал, який стає інформаційним носієм.

Усі речовинні матеріали можна поділити залежно від їх походження на природні матеріали, що перебувають в навколишньому середовищі в готовому вигляді, та штучні матеріали, створені з хімічних елементів навколишнього середовища. Всі інформаційні матеріали також поділяють за їх походженням на природні інформаційні матеріали, що є продуктом біологічного життя, та штучні інформаційні матеріали, які є продуктом виробництва, тобто діяльності людей.

*Речовинні матеріали* за призначенням доцільно поділити на 5 груп:

- 1) виробничі матеріали — конструктивні, облицювально-захисні, пакувальні тощо;
- 2) матеріали-енергоносії — носії механічної енергії (потенційної та кінетичної енергії тіла), теплової (зовнішньомолекулярної), хімічної (внутрішньомолекулярної), ядерної (внутріатомної) енергії;
- 3) технологічні матеріали — механічного впливу (абразиви, мастильні матеріали), теплового впливу (охолоджувальні, нагрівальні), хімічного впливу (хімікати, каталізатори тощо), атомного впливу (випромінюючі, та ін.);
- 4) біологічні матеріали — рослинні та тваринні;
- 5) соціально-біологічний матеріал (люди) — діти як матеріал для підготовки робочої сили, дорослі жінки і чоловіки — матеріал для народження дітей, працездатне і непрацездатне населення.

*Природний інформаційний матеріал* поділяють на такі групи:

- 1) матеріали рослинної генетики (насінний фонд);
- 2) матеріали тваринної генетики (племінна худоба, маткове поголів'я птахів, риб тощо);

3) соціально-біологічний інформаційний матеріал, що міститься в учасниках виробництва (генний фонд населення).

*Штучний інформаційний матеріал* належить до таких груп:

- 1) комплексні інформаційні матеріали (мистецтво, наукова і технічна документація тощо);
- 2) алгоритми (математичні, законодавчі правила, договори, інструкції, стандарти тощо);
- 3) бази даних (довідники, статистика).

Наведений склад усіх трьох виробничих елементів дає змогу класифікувати всю масу предметів, які беруть участь у виробничому процесі. З розвитком суспільного виробництва технічна структура виробничих елементів безупинно змінюється. Так, наприклад, у початковий період суспільного виробництва найістотнішу роль у знаряддях праці відігравав інструмент, потім робоча машина й енергія, що приводить її в рух, а нині настає період бурхливого розвитку органів керування, які становлять істотну частину знарядь праці. На створення інформаційного матеріалу дедалі більше затрачується праці, й частка її у кожному виді виробленої продукції зростає.

## **Структура споживання учасниками виробництва**

Усі наведені вище споживчі якості робочої сили, як і властивості людей, розвиваються і в процесі суспільного виробництва можуть підсилюватися шляхом використання великої кількості вироблених предметів. Для відтворення й удосконалення робочої сили, тобто для додання їй потрібних виробничих якостей, необхідні витрати.

- $B_1$  — харчування — засіб підтримання біологічного життя людини;
- $B_2$  — одяг — засіб штучної ізоляції тіла людини від впливу навколишнього середовища як в умовах виробництва, так і поза ним;
- $B_3$  — житло — засіб штучного підтримання необхідних умов життя людини поза виробництвом;
- $B_4$  — лікування — засіб відновлення порушених біологічних функцій людини;
- $B_5$  — інформація — засіб зв'язку в біологічній і соціальній сферах життя;
- $B_6$  — пересування — засіб розширення біологічної та соціальної сфер життя;



- $B_7$  — розвага — засіб відновлення і розвитку біологічних і соціальних функцій людини;
- $B_8$  — удосконалення (фізичне і розумове) — засіб відновлення і розвитку біологічних та соціальних якостей людини;
- $B_9$  — внутрішній захист — засіб захисту біологічного і соціального життя людини від шкідливого впливу усередині його сфери життя;
- $B_{10}$  — зовнішній захист — засіб захисту біологічного і соціального життя людини від шкідливих впливів ззовні на його сфер життя і виробництва.

Набір цих десяти видів споживання забезпечує всі споживчі якості робочої сили, перераховані в темі 1.3 (с. 21, 22). Так, наприклад, застосування технічних засобів ( $B_6$ ) пересування (наземних, водних, повітряних) підвищує його можливості, що дає змогу віддаляти місце роботи від житла і підвищує можливості використання робочої сили у виробництві.

Застосування медичних засобів профілактики ( $B_9$ ) збільшує внутрішній опір організму щодо можливих захворювань та підвищує працездатність робочої сили країни, що належить до соціальної частини зовнішнього захисту ( $B_{10}$ ), забезпечує необхідні умови життя і праці робочої сили.

## 1.4. Кінематика економічного процесу

### Економічний простір і система координат

Для математичного опису економіки виробництва як деякого динамічного процесу, що розвивається, необхідно визначити простір, в якому відбувається досліджуваний процес [1, 2]. Предметом дослідження в даному разі є сукупний виробничий процес, що становить кругообірот елементів виробництва, тобто цілеспрямоване перетворення в процесі праці одних виробничих елементів на інші: робочої сили, знарядь праці та предмета праці. Перші два елементи є матеріальними носіями тільки уречевленої праці (див. тему 1.2), а третій елемент — робоча сила — живої й уречевленої праці одночасно. Але величина живої праці, затрачуваної робочою силою, залежить від кількості уречевленої в ній минулої праці. Тому виробничий процес характеризується трьома незалежними величинами: кількістю уречевленої праці, що міститься в робочій силі, у знаряддях праці й у предметі праці.

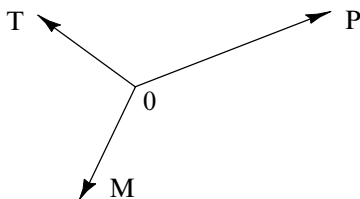
Отже, економічний простір — тривимірний, вимірюється кількістю уречевленої праці й у загальному випадку визначається системою трьох координат: вісь праці — Т, вісь знарядь праці — Р, вісь предмета праці — М. Оскільки економічний процес, як і будь-який інший, має певну тривалість, то четвертим незалежним параметром є час  $t$ .

Таким чином, при розгляді й описі виробничих процесів в економічному просторі шукані функції в загальному випадку залежатимуть від чотирьох незалежних параметрів

$$\Pi = \Pi(T, P, M, t).$$

В окремих випадках виробничі процеси, і відповідно шукані функції, можуть описуватися і меншою кількістю незалежних змінних величин, наприклад, стаціонарні (сталі) процеси не залежатимуть від часу. У деяких випадках кількість координат також може бути меншою. Усе це визначається для конкретних задач і методів розв'язання.

Економічний процес з його параметрами не має нічого спільного з неекономічними процесами та їх параметрами. Проте, оскільки наше зорове уявлення вимагає відчутного образу, то цілком прийнятно умовно “накласти” економічний простір на геометричний, але з економічною системою координат (рис. 1.3). Такий метод ще називають фазовим простором, або фазовою системою координат.



*Рис. 1.3. Система економічних координат:*

Т — вісь праці, Р — вісь знарядь праці, М — вісь предмета праці

Осі економічних координат та їх розташування в загальному випадку можуть бути будь-якими, тобто криволінійними. Найпоширенішою є прямокутна, або Декартова, система координат, де всі три осі є ортогональними і радіус-вектор визначається виразом

$$\vec{R} = \vec{r}T + \vec{p}P + \vec{m}M.$$

Її ознакою є значення добутку одиничних векторів:

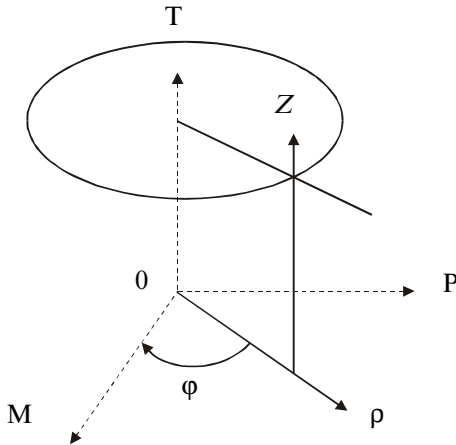
$$\begin{aligned} \bar{t}\bar{t} &= 1; & \bar{p}\bar{p} &= 1; & \bar{m}\bar{m} &= 1; \\ \bar{t}\bar{p} &= 0; & \bar{p}\bar{m} &= 0; & \bar{t}\bar{m} &= 0. \end{aligned}$$

Застосовують також циліндричну систему координат (рис. 1.4), рідше — сферичну система координат (рис. 1.5).

В економіці циліндричну систему координат широко використовують для побудови діаграм відсоткового співвідношення економічних величин. У прямокутній системі координат будують різні графіки, її застосовують і для математичного розв’язання економічних задач.

Для орієнтації, тобто для прив’язки обчислень до певної системи координат з її осями, існують два принципово різних підходи: метод Ейлера і метод Лагранжа.

*Метод Ейлера* орієнтації в системі координат полягає в тому, що процес спостерігають у фіксованих точках простору, в яких визначають параметри процесу. “Спостерігач” певним чином, наприклад на



**Рис. 1.4. Циліндрична система координат:**

$$T = Z; \quad P = \rho \sin \varphi; \quad M = \rho \cos \varphi,$$

де  $T$  — вісь праці,  $P$  — вісь знярядь праці,  $M$  — вісь предмета праці у прямокутній системі координат.

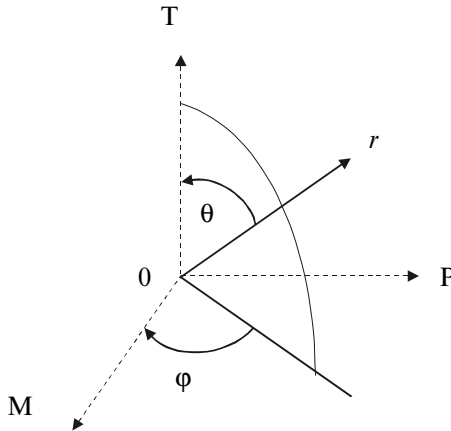


Рис. 1.5. Сферична система координат:

$$T = r \cos \theta; \quad P = r \sin \theta \sin \varphi; \quad M = r \sin \theta \cos \varphi,$$

де  $T$  — вісь праці,  $P$  — вісь знярядь праці,  $M$  — вісь предмета праці у прямокутній системі координат.

кульці, переміщується в системі координат, що описується функцією його переміщення. У тій точці простору, де “спостерігач” перебуває в даний момент,

$$T(t), P(t), M(t),$$

він спостерігає параметри процесу, що відбувається:

$$\Pi = \Pi(T, P, M, t).$$

Відмінність *методу Лагранжа* орієнтації в системі координат — в тому, що фіксується досліджуваний об’єкт, і “спостерігач” переміщується в просторі разом з ним. Відповідно параметри процесу і координати простору визначаються за місцем перебування досліджуваного об’єкта:

$$T = f_1(t, T_0, P_0, M_0) = \varphi_1(t, a, b, c);$$

$$P = f_2(t, T_0, P_0, M_0) = \varphi_2(t, a, b, c);$$

$$M = f_3(t, T_0, P_0, M_0) = \varphi_3(t, a, b, c),$$

де  $T_0, P_0, M_0; T, P, M$  — початкові та поточні значення координат досліджуваного об'єкта в одній і тій самій системі економічних координат;  $a, b, c$  — змінні Лагранжа, що визначають положення досліджуваного об'єкта в одній і тій самій системі економічних координат.

За методом Лагранжа “спостерігач” переміщуватися довільно в системі координат не може. Наприклад, якщо необхідно зіставити економічні показники декількох об'єктів (підприємств, виробництв кількох країн), їх потрібно помістити в одну систему координат і методом Лагранжа переходити від одного об'єкта до іншого. Внаслідок відмінності досліджуваних об'єктів вони знаходитимуться в різних точках системи координат, або, за словами економістів, у різних економічних умовах. Розгляд будь-яких даних щодо об'єктів поза системою координат не має сенсу.

Відмінність між методами Лагранжа та Ейлера лише в тому, що в методі Ейлера переміщення “спостерігача” у просторі в загальному випадку не залежить від параметрів досліджуваного процесу, а в методі Лагранжа “спостерігач” повинен рухатися слідом за фіксованим об'єктом, що задається змінними Лагранжа  $t, a, b, c$ .

Крім вище наведеного прикладу, в економіці досліджуваними об'єктами можуть бути різноманітні величини, пов'язані з економічними процесами. Наприклад, у момент  $t_1$  внутрішній валовий продукт (ВВП) дорівнює деякій величині  $B_1$ , і передбачається що в деякий момент  $t_2$  він досягне величини  $B_2$ . Ці два значення ВВП знаходитимуться в різних точках економічної системи координат:

$$B_1 = f(t_1, T_1, P_1, M_1); \quad B_2 = f(t_2, T_2, P_2, M_2).$$

Це означає, що двом значення ВВП відповідають різні значення робочої сили  $A_1$  на осі праці  $T$ , знярядь праці  $A_2$  на осі  $P$  і предмета праці  $A_3$  на осі  $M$ .

У змінних Ейлера “спостерігач” перебуває у відомій йому точці системи координат, якій відповідає певне значення досліджуваного об'єкта, тобто шуканої функції. Наприклад, деякій точці з координатами  $T_3, P_3, M_3$  відповідатиме значення ВВП, що дорівнює величині  $B_3$ , яка у загальному випадку не дорівнюватиме ні  $B_1$ , ні  $B_2$ .

## Швидкості та прискорення економіко-виробничого процесу

Швидкість як кінематична величина характеризує перебіг процесу в часі. Наприклад, економічний процес може характеризуватися швидкістю перенесення уречевленої праці на вироблений продукт, перетворення одних виробничих елементів на інші, швидкістю економічних витрат тощо. Значення швидкості та її напрямок визначаються зміною траєкторії стану виробничого процесу за часом у системі координат економічного простору.

Кінематичний зв'язок між точкою початкового стану  $\Pi(T, P, M, t_0)$  і точкою стану економічного процесу  $\Pi(T, P, M, t)$  у кожний момент часу  $t$  визначається радіусом-вектором

$$\vec{R}(t) = \bar{r}T + \bar{p}P + \bar{m}M, \quad (1.27)$$

де  $\bar{r}, \bar{p}, \bar{m}$  — одиничні вектори осей координат  $T, P, M$ .

Відповідно швидкість процесу визначатиметься межею зміни радіуса-вектора за нескінченно малий проміжок часу:

$$\vec{V}(t) = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{R(t + \delta t) - R(t)}{\delta t} = \frac{dR}{dt}. \quad (1.28)$$

З урахуванням рівності (1.27) вектор швидкості (1.28) можна подати у вигляді суми трьох векторів:

$$\vec{V} = \vec{V}_T + \vec{V}_P + \vec{V}_M. \quad (1.29)$$

У разі сталості осей координат, тобто коли одиничні вектори осей не змінюються,

$$\bar{r} = \text{const}, \quad \bar{p} = \text{const}, \quad \bar{m} = \text{const}, \quad (1.30)$$

три складові швидкості (1.29) визначатимуться так:

- швидкість зміни стану процесу уздовж (за напрямком) осі праці  $T$

$$\vec{V}_T = \bar{r} \frac{dT}{dt};$$

- швидкість зміни стану процесу вздовж (за напрямком) осі знарядь праці  $P$

$$\vec{V}_p = \vec{p} \frac{dP}{dt};$$

- швидкість зміни стану процесу вздовж (за напрямком) осі предмета праці М

$$\vec{V}_m = \vec{m} \frac{dM}{dt}.$$

Оператор повної похідної у тривимірній системі координат у даному випадку економічного простору записується так:

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \vec{V} \cdot \vec{\nabla}; \quad \vec{\nabla} = \vec{\tau} \frac{\partial}{\partial T} + \vec{p} \frac{\partial}{\partial P} + \vec{m} \frac{\partial}{\partial M}. \quad (1.31)$$

У виразі (1.31) множник перед оператором Гамільтона (“набла”) — швидкість зміни координат чи швидкість переміщення “спостерігача” у системі координат. Відповідно другий член оператора повної похідної називається конвекційною частиною, а перший — локальною частиною, або похідною за часом. З урахуванням рівності (1.29) і умови (1.30) оператор (1.31) для прямокутної системи координат має вигляд

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + V_t \frac{\partial}{\partial T} + V_p \frac{\partial}{\partial P} + V_m \frac{\partial}{\partial M}. \quad (1.32)$$

З економічного погляду похідними із застосуванням оператора (1.32) від економічних величин можуть бути швидкість і прискорення перенесення уречевленої праці з виробничих елементів на вироблений продукт; швидкість і прискорення створення виробничих скарбів, економічних витрат тощо.

Наприклад, швидкість зміни вартості знарядь праці в економічному просторі в загальному випадку запишеться так:

$$V_p = \frac{dA_p}{dt} = \frac{\partial A_p}{\partial t} + V_t \frac{\partial A_p}{\partial T} + V_p \frac{\partial A_p}{\partial P} + V_m \frac{\partial A_p}{\partial M}. \quad (1.33)$$

Відповідно прискорення дорівнюватиме похідній від швидкості зміни вартості знарядь праці

$$a_p = \frac{dV_p}{dt} = \frac{\partial V_p}{\partial t} + V_t \frac{\partial V_p}{\partial T} + V_p \frac{\partial V_p}{\partial P} + V_m \frac{\partial V_p}{\partial M}. \quad (1.34)$$

Перший член похідної (1.33) або (1.34) визначає зміну вартості знарядь праці за часом у певній точці економічного простору, другий — зміну вартості знарядь праці за витратами праці, третій — за витратами знарядь праці, четвертий — за витратами предмета праці. Аналогічний зміст в економічній системі координат матимуть похідні від будь-яких інших величин. Цим вони відрізняються від похідних тих самих економічних величин, але в іншій системі координат, наприклад у системі координат  $X, Y, Z$  геометричного простору, в якому похідна від тієї ж вартості знарядь праці запишеться як

$$\frac{dA_p}{dt} = \frac{\partial A_p}{\partial t} + V_x \frac{\partial A_p}{\partial X} + V_y \frac{\partial A_p}{\partial Y} + V_z \frac{\partial A_p}{\partial Z}. \quad (1.35)$$

Похідна (1.35), як і похідна (1.33), є швидкістю зміни однієї й тієї самої економічної величини — вартості знарядь праці, але вони мають різний економічний зміст. Похідна (1.33) визначає тільки економічний процес і ніяк не пов'язана з геометричними об'єктами та їх розташуванням у геометричному просторі. Похідна (1.35), навпаки, ніяк не визначає економічний процес, але пов'яже його з геометричними об'єктами та їх розташуванням у геометричному просторі. Наприклад, вартість тих самих знарядь праці в різних країнах буде різною. Вартість товару залежить від відстані перевезень тощо.

## Кінематичний баланс виробничих елементів

Будь-які явища можуть характеризуватися статикою, кінематикою і динамікою перебігу процесу в деякому просторі. *Статика* дає картину статичного, тобто нерухомого, стану субстанцій, що беруть участь у розвитку процесу, в певний момент. *Кінематика*, як в механіці, так і в економіці [1, 2], визначає зміну субстанцій та їх розташування в просторі без врахування причин цих змін. *Динаміка* визначає причини змін самих субстанцій та їх розташування в просторі.

Наприклад, у механіці субстанціями, або об'єктами, є матеріальна точка, тверде тіло і деформоване тіло. Відповідно кінематика вивчає положення точки або зміни геометрії тіла в просторі. В економіці досліджуваними субстанціями є виробничі елементи, вироблені продукти та їх частини.

У загальному випадку економічні субстанції характеризуються їх кількістю  $N$ , величиною кожної з них  $P$  та їх загальною величиною  $A$ . В



економічній системі координат, що має вісь праці, вісь знарядь праці та вісь предмета праці, для кожної з величин  $N$ ,  $P$ ,  $A$ , може бути дев'ять економічних субстанцій, що становлять елементи квадратної матриці:

$$N = \begin{pmatrix} N_{\text{тт}} & N_{\text{тр}} & N_{\text{тм}} \\ N_{\text{рт}} & N_{\text{рр}} & N_{\text{рм}} \\ N_{\text{мт}} & N_{\text{мр}} & N_{\text{мм}} \end{pmatrix} = [N_{kl}] \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (1.36)$$

$$P = \begin{pmatrix} C_{\text{тт}} & C_{\text{тр}} & C_{\text{тм}} \\ C_{\text{рт}} & C_{\text{рр}} & C_{\text{рм}} \\ C_{\text{мт}} & C_{\text{мр}} & C_{\text{мм}} \end{pmatrix} = [P_{kl}] \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (1.37)$$

$$A = \begin{pmatrix} A_{\text{тт}} & A_{\text{тр}} & A_{\text{тм}} \\ A_{\text{рт}} & A_{\text{рр}} & A_{\text{рм}} \\ A_{\text{мт}} & A_{\text{мр}} & A_{\text{мм}} \end{pmatrix} = [A_{kl}] \quad (k, l = 1, 2, 3). \quad (1.38)$$

Причому елементи матриць (1.36) – (1.38) відповідно пов'язані між собою рівностями

$$A_{kl} = C_{kl} N_{kl} \quad (k, l = 1, 2, 3). \quad (1.39)$$

Для більшої наочності в матрицях (1.36) – (1.38) поряд з цифровими індексами наведено буквені індекси, що означають відповідні осі координат:  $k$  — число виробничих елементів;  $l$  — число видів виробленого продукту; 1 — робоча сила; 2 — знаряддя праці; 3 — предмет (матеріали) праці. Перший індекс при економічній субстанції визначає її належність до відповідного виробничого елемента, а другий — її призначення.

Економічний зміст елементів матриць (1.36) – (1.38) з урахуванням рівності (1.39) очевидний. Елементи матриці (1.38) — це кількість уречевленої праці у всіх частинах трьох виробничих елементів: у робочій силі — перший рядок; у знаряддях праці — другий рядок; у предметах праці — третій рядок матриці. Елементи матриці (1.36) визначають кількість одиниць у кожній із трьох частин виробничих елементів. Перший рядок матриці (1.36) — кількість одиниць робочої сили (за трьома видами виробництва), другий — кількість одиниць знарядь праці (робочих місць), третій — кількість одиниць предмета праці (комплектів матеріалів) також за трьома видами виробництва.

Елементи матриць (1.37) відповідно до рівності (1.39) — це кількість уречевленої праці в одиницях (частинах) виробничих елементів. Елементи її першого рядка становлять кількість уречевленої праці в одиницях робочої сили, елементи другого рядка — в одиницях знарядь праці (у робочих місцях), елементи третього рядка — у комплектах матеріалів.

Визначення економічних субстанцій дає змогу з'ясувати кінематичний баланс виробничих елементів. Якщо виходити з реального виробничого процесу, то в загальному випадку кількість наявних одиниць виробничих елементів  $N_{kl}$  як за їх частинами, так і в цілому  $A_{kl}$  може бути будь-якою. Щодо властивостей матриць (1.36) – (1.38) заздалегідь нічого не відомо. Наприклад, кількість робітників може не відповідати кількості наявних робочих місць, а робочі місця можуть бути не забезпечені комплектами матеріалів. Але, накладаючи умови на матрицю субстанцій (1.36), можна одержати суто кінематичні баланси (за кількістю одиниць) виробничих елементів. Так, умова рівності елементів рядків цієї матриці

$$N_T(t, T, P, M) = N_P(t, T, P, M) = N_M(t, T, P, M) \quad (1.40)$$

означає, що в економіко-виробничому процесі, тобто в будь-який момент і в будь-якій точці розглянутого простору, кількість одиниць робочої сили дорівнює числу одиниць знарядь праці та кількості одиниць предмета праці (комплектів матеріалів). Умова (1.40) є кінематичним балансом виробничих елементів загалом.

Умови рівності елементів у стовпцях матрицях (1.36), а саме

$$N_{TT}(t, T, P, M) = N_{PT}(t, T, P, M) = N_{MT}(t, T, P, M); \quad (1.41)$$

$$N_{TP}(t, T, P, M) = N_{PP}(t, T, P, M) = N_{MP}(t, T, P, M); \quad (1.42)$$

$$N_{TM}(t, T, P, M) = N_{PM}(t, T, P, M) = N_{MM}(t, T, P, M), \quad (1.43)$$

означає, що кількість одиниць робочої сили дорівнює кількості одиниць знарядь праці та кількості одиниць предмета праці за всіма трьома видами виробництва: за відтворенням робочої сили (1.41), за виробництвом знарядь праці (1.42) і за виробництвом матеріалів (1.43).

Умови (1.41) – (1.43) є кінематичними балансами виробничих елементів за видами виробництва. У даному разі розглядаються три види виробництва, проте їх може бути і більше, але це не змінює суті питання. Зазначимо, що умова кінематичного балансу виробничих

елементів загалом (1.40) впливає з умов часткових балансів (1.41) – (1.43), але зворотнє несправедливе. Тобто, якщо витримуються всі часткові баланси, то виконується і баланс по виробництву в цілому. Але за загальної збалансованості (1.40) можуть порушуватися часткові кінематичні баланси виробничих елементів (1.41) – (1.43).

Проте в окремі моменти рівності (1.40) – (1.43) можуть розглядатися як статичні співвідношення частин виробничих елементів, але в такому випадку вони залишаються незмінними.

$$N_T(t_0, T_0, P_0, M_0) = N_P(t_0, T_0, P_0, M_0) = N_M(t_0, T_0, P_0, M_0) = \text{const.}$$

Рівностями ж (1.40) – (1.43), по суті, визначають траєкторії змінної кількості частин виробничих елементів.

### **Запитання. Завдання.**

1. У чому полягає відмінність моделі кругообороту виробничих елементів від моделі кругообороту капіталу?
2. Поясніть економічний зміст рівноваги у двосекторній моделі простого відтворення.
3. Охарактеризуйте економічний зміст рівноваги в двосекторній моделі розширеного відтворення.
4. Який економічний зміст рівноваги в таблиці Леонтєва міжгалузевих зв'язків?
5. Якими координатами визначається економічний простір і чим вони відрізняються від координат геометричного простору?
6. У чому полягають відмінності методів Ейлера і Лагранжа орієнтації в системі координат?
7. Охарактеризуйте модель кругообороту виробничих елементів та її зв'язок з економічною структурою реального виробництва.
8. Яке призначення кінематичного балансу виробничих елементів?
9. У чому відмінність виробничого елемента робоча сила від інших виробничих елементів?
10. Поясніть причину утворення виробничих скарбів. Чим вони відрізняються від виробничих елементів?
11. Хто є активними, а хто пасивними учасниками виробничого процесу?

# ЗАКОНИ ЕКОНОМІКИ ВИРОБНИЦТВА

## 2.1. Закони і закономірності економічної науки

Економічній науці притаманні ті самі шляхи розвитку, що і точним наукам, наприклад фізиці: спершу осмислення і розв'язання окремих завдань і в такий спосіб вироблення первісного наукового підходу — від окремого до загального. На цій стадії виявляються закономірності — “закони”, справедливі у вузьких межах розв'язуваних завдань для конкретних сфер і часу їх практичного використання. В інших сферах або з їхнім розширенням, а також в іншому часовому інтервалі такі “закони” частково чи цілком втрачають свою справедливість. Це цілком природно, тому що окремі закономірності не є універсальними і за своєю сутністю не є законами для науки загалом.

Розпливчастість предмета дослідження і нескінченність меж дослідження дають змогу визначати лише окремі закономірності, які звикли називати законами за іменами їх авторів. Це спостерігається в усіх науках, наприклад закони Бойля—Маріотта, Ома у фізиці та ін.

В економічній літературі теж наводять великий перелік (до 20) законів економіки [7]. Але вони, по суті, теж є лише окремими закономірностями щодо різних аспектів економіки, які поділяються на кілька груп.

*Перша група* — закономірності у виробництві й обміні товарів:

- *закон вартості*, який виявляється в закономірності встановлення цін за обміну товарів відповідно до їх вартості (з можливим додатним чи від'ємним відхиленням);
- *закон зростання екологічних витрат* — з розвитком виробництва зростають витрати на охорону довкілля і відтворення природних ресурсів;

- *закон попиту та пропозицій* — попит породжує пропозиції, рівень попиту відповідає певній кількості пропозицій;
  - *закон спадної віддачі* — з розвитком виробництва і відповідним зростанням капіталу відносна прибутковість виробництва знижується (за визначенням К. Маркса тенденція зниження норми прибутку);
  - *закон зниження родючості* — існує певна межа врожайності за повної насиченості землеробства капіталом, після якої зростання врожайності неадекватне вкладеному капіталу;
  - *закон граничної прибутковості* — для кожного конкретного виробництва існує оптимальне значення капіталу, за якого його відносна прибутковість буде максимальною;
  - *закон зниження граничної корисності* — зі збільшенням кількості вироблених товарів їх цінність зменшується;
- Сфера дії цієї групи закономірностей обмежується кругооборотом приватного капіталу:

Гроші → Товар → Виробництво → Новий товар → Гроші.

**Друга група** — соціально-економічні закономірності в розвитку суспільного виробництва:

- *закон адекватності* — виробничі відносини адекватні продуктивним силам;
- *закон зростання потреб* — зі зростанням виробництва зростають потреби;
- *закон економії часу* — з розвитком виробництва зменшується час праці та збільшується вільний час;
- *закон нерівномірності розвитку* — залежно від природних, суспільних та інших умов розвиток виробництва неоднаковий в різних районах і країнах.

**Третя група** — закономірності в розподілі доходів серед учасників виробництва:

- *закон Енгеля* — частка витрат на продукти харчування в доходах родини зростає зі збільшенням родини і зменшується зі зростанням доходів;
- *закон Парето* — існує закономірність у розподілі доходів і видів витрат за групами фізичних осіб;
- *закон народонаселення* — із зростанням капіталу збільшується кількість безробітних і виникає надлишок населення (за теорією Мальтуса).

**Четверта група** — закономірності грошового обігу:

*Закон Коперника — Грешема* — на ранніх стадіях розвитку із зростанням торгівлі якісні металеві гроші (золото і срібло) неминуче поступаються менш якісним грошам з меншою кількістю дорогоцінного металу (золота, срібла), але з тією самою номінальною вартістю.

**П'ята група** — закономірності методів керування економікою:

- *закон одержавлення економіки* — на деяких стадіях розвитку економіки зростає частка державних засобів виробництва й інших видів капіталу;
- *закон програмного розвитку економіки* — на стадіях капіталістичного виробництва існує технологічна необхідність створення корпоративних, регіональних і державних планів (програм) його розвитку з визначенням обсягів виробництва, взаємних постачань, необхідних засобів для вирішення соціальних проблем тощо;
- *закон планомірного розвитку виробництва* — за суспільної форми власності на засоби виробництва розвиток виробництва від верху до низу плановий як у виробничій, так і в невиробничій сферах.

Усі наведені закони, по суті, є закономірностями, які належать не одній, а багатьом наукам. Визначення окремих закономірностей — це метод накопичення дослідних даних і рух від часткового до загального. З визначенням фундаментальних законів економіки виявлення окремих закономірностей стає наслідком математичного розв'язання задач. У результаті виникає зворотний метод — від загального до часткового.

Сфера дії фундаментальних економічних законів — кругообіг не тільки приватного капіталу, а й усіх виробничих елементів: робочої сили, знарядь праці та предмета праці.

## 2.2. Закон витрат економічної праці

### Постулати для формулювання законів економіки виробництва

Строге формулювання економічних, як і будь-яких інших наукових, законів можливе лише в межах базисних припущень — постулатів, вироблених шляхом узагальнення ретельних спостережень реальних процесів [1]. Постулати визначають межі справедливості розробленої на їх основі науки. Їх не доводять, а приймають або відкидають.

В економіці вони необхідні для чіткого визначення обов'язкових ознак економічних процесів виробництва й основних причин, без яких економічні процеси не існують і їхній розгляд неможливий. Економічні закони повинні встановлювати причинно-наслідкові зв'язки в процесах, зумовлених участю в них праці людей, визначати економічні результати людської праці.

Так само як тіло людини і тіла всіх речовинних предметів підпорядковані дії природничих законів, праця людини й усі економічні об'єкти, породжені працею людини, підпорядковані дії економічних законів. Поза полем праці немає економічних процесів і відповідно немає сфері дії економічних законів.

Для базису формулювання законів економіки виробництва прийнято три постулати:

**Перший постулат** визначає обов'язкову ознаку економічного процесу у виробництві:

*Виробництво щодо наявності в ньому економічних процесів існує тоді й тільки тоді, коли в ньому бере участь робоча сила, здатна здійснювати процес праці; в ній, як і в знаряддях праці та предметі праці, міститься деяка маса уречевленої праці, відмінна від нуля.*

$$A_k \geq 0 \quad (k = 1, 2, 3),$$

де  $A_k$  — уречевлена праця, що міститься в робочій силі ( $k = 1$ ), у знаряддях праці ( $k = 2$ ), у предметі праці ( $k = 3$ ).

**Другий постулат** визначає міру субстанції економічного процесу, тобто саму сутність економічної величини в процесі виробництва:

*В економічних процесах, що охоплюють будь-яку частину і весь кругообіг виробничих елементів, мірою є уречевлена праця.*

Це означає, що величина будь-якого предмета, економічної субстанції, частини виробничих елементів, у тому числі робочої сили, економічно вимірюється кількістю вміщеної в них уречевленої праці. Отже, в економіці виробництва мірою вартості є тільки уречевлена праця.

**Третій постулат** визначає чинник прискорення економічного процесу, тобто джерело збільшення вартості в процесі виробництва:

*Вартість зростає за рахунок додаткової праці, за якої вартість робочої сили, що бере участь у процесі виробництва, не зменшується.*

Це означає, що під час додаткової праці маса уречевленої праці, що містилася в робочій силі до моменту закінчення необхідної і по-

чатку додаткової праці, переноситься на вироблений продукт емісійним чином, тобто без зменшення її кількості в робочій силі.

Ці три постулати є основою для формулювання економічних законів виробництва, і жоден економічний результат не повинен їм суперечити.

## **Сутність закону витрат (утворення) економічної праці**

Розкриття сутності праці та з'ясування джерела утворення вартості, особливо додаткової, — один з наріжних каменів економічної науки. У результаті багатовікового досвіду і наукового аналізу цього, здавалося б, нескладного поняття багатьма дослідниками від У. Петті, А. Сміта до К. Маркса сформульовано лише якісне визначення вартості та її джерела — праці. При цьому в поняття “праця” вкладаються усі соціально-економічні (складна і проста праця, її моральна і матеріальна оплата, тривалість), фізичні та фізіологічні (фізична, розумова, важка, легка праця) й навіть моральні її аспекти.

Усі ці якісні характеристики загалом визначають технічну сторону і соціальну оцінку фізичної праці, але не характеризують працю в її суто економічному значенні. Так само, як фізичні якості будь-якого речовинного предмета не зумовлюють значення його фізичної маси, фізичні якості праці не зумовлюють значення його економічної кількості. Як маса тіла не має ні кольору, ні запаху і виявляє себе тільки властивістю інерційності, так і праця в економічному значенні не має ні морального відтінку, ні запаху поту і виявляє себе тільки властивістю вартості. Фізичні, як й інші, якості праці характеризують особу, що виконує її, з її реальною багатогранною плоттю.

Проте вивчення і визначення людської плоті не належать до сфери економічної науки. Тому для кількісної характеристики праці необхідно вирізняти економічну і технічну сутність процесу праці. Варто наголосити, що робоча сила, яка бере участь у виробничому процесі, як і будь-який інший виробничий елемент у цій моделі, вимірюється і відповідно виявляє себе лише масою уречевленої праці, що міститься в ній, і більше нічим. Відповідно і затрати праці в економічному значенні зводяться тільки до перенесення уречевленої праці, що міститься в робочій силі. Ні про яке фізичне вимірювання кількості та якості праці в даному випадку йтися не може.

Отже, закон повинен визначати вартісну величину витрат праці й математично записується так [1]:



$$\frac{d\Gamma}{dt} = -\frac{\partial A_1}{\partial t_n} \frac{\partial t_\Gamma}{\partial t} \quad (t_\Gamma = t_n + t_\Pi); \quad (2.1)$$

$$\frac{dT_\Pi}{dt} = \frac{d\Gamma}{dt} - \frac{dB}{dt} \quad (\Gamma = T_n + T_\Pi). \quad (2.2)$$

$$\text{Причому } T_n > 0; \quad B > 0; \quad \frac{\partial A_1}{\partial t_n} = 0, \quad (2.3)$$

де  $\Gamma$ ,  $T_n$ ,  $T_\Pi$  — відповідно кількість затраченої, необхідної та додаткової праці (за вимірювання масою уречевленої праці);  $t$  — час праці;  $t_n$ ,  $t_\Pi$  — час необхідної та додаткової праці;  $A_1$  — кількість уречевленої праці, що міститься в робочій силі;  $B$  — кількість уречевленої та живої праці, спожитої робочою силою в процесі виробництва.

Таким чином, відповідно до рівностей (2.1) – (2.3) можна визначити закон витрат праці.

*Кількість затраченої праці в процесі виробництва дорівнює сумі маси уречевленої праці, перенесеної з робочої сили на вироблений продукт за час необхідної праці, та емсії маси уречевленої праці за час додаткової праці, за витрат якої вміст кількості уречевленої праці в робочій силі не змінюється.*

*Кількість додаткової праці дорівнює різниці між затратами живої праці та кількістю праці (уречевленої і живої), спожитою робочою силою в процесі виробництва.*

Кількість необхідної праці, після якої за умовою (2.3) починаються затрати додаткової праці, лише поповнює масу уречевленої праці, що містилася в робочій силі до моменту вступу її в процес виробництва. Ні про яке фізичне відновлення робочої сили тут також не йдеться.

Праця відповідно до рівняння (2.1) може бути тільки додатною величиною, тому що

$$-\frac{\partial A_1}{\partial t_n} \geq 0, \quad \text{оскільки} \quad \frac{\partial A_1}{\partial t_n} < 0 \quad \text{при} \quad \frac{\partial t_\Gamma}{\partial t} \geq 0.$$

Додаткова праця відповідно до рівняння (2.2) може бути як додатною, якщо затрачена праця більша від необхідної:

$$T_\Pi \geq 0 \quad \text{при} \quad T \geq T_n,$$

так і від'ємною, якщо затрачена праця менша від необхідної праці:

$$T_\Pi \leq 0 \quad \text{при} \quad T \leq T_n.$$

Причому кількість необхідної праці визначається рівнем споживання, тобто кількістю уречевленої та живої праці (Б), спожитою робочою силою в процесі виробництва. Відповідно від'ємне значення додаткової праці означає те, що праця за час необхідної праці не покриває величину спожитої уречевленої та живої праці (Б). Споживається більше, ніж виробляється.

Отже, праця визначається масою уречевленої праці, що міститься в робочій силі, та часом дії робочої сили. Це нагадує закон дії сили в механіці руху тіл.

## 2.3. Закони перенесення і збереження вартості

### Закон перенесення вартості

Цей закон визначає причинно-наслідковий зв'язок у процесі виробництва між вартістю продукту та пов'язаними з його виробництвом матеріальними і трудовими затратами [1]. Кількість створеного продукту щодо його вартості визначається кількістю затраченої праці та перенесеної на продукт маси уречевленої праці зі знарядь і предмета праці (з урахуванням суспільно необхідних витрат). Математично закон записується так:

$$\frac{d\Pi_l}{dt} = \Psi_l \left[ \frac{dT_l}{dt} + \left( - \sum_{k=1}^2 \frac{\partial A_{kl}}{\partial t_{kl}} \frac{\partial t_{kl}}{\partial t} \right) \right] \quad (l = 1, 2, 3), \quad (2.4)$$

де

$\Pi_l$  — вироблений продукт  $l$ -го виду ( $l = 1$  для робочої сили,  $l = 2$  — для знарядь праці,  $l = 3$  — для предмета праці);

$A_{kl}$  ( $k, l = 1, 2$ ) — вартість трьох частин двох виробничих елементів: знарядь праці і предмета праці;

$t_{kl}$  — час перенесення вартості з  $kl$ -х частин виробничих елементів на вироблений продукт;

$T_l$  — праця, затрачена на виробництво  $l$ -го виду продукту;

$\Psi_l$  — коефіцієнт пропорційності, що визначає співвідношення фактичних і суспільно необхідних затрат праці на виробництво  $l$ -го виду продукту ( $l = 1$  для продукту робоча сила,  $l = 2$  для продукту знаряддя праці;  $l = 3$  для продукту предмет праці).

Знак (–) у дужках другого члена правої частини рівняння (2.4) означає, що маса уречевленої праці переноситься з виробничих елементів на вироблений продукт зі зворотним знаком.

Варто зазначити, що рівняння (2.4) справедливе в загальному випадку не тільки для  $l$ -го, а й для будь-яких інших (наприклад, для деякого  $i$ -го) продуктів чи продукції.

Кількість затраченої праці визначається відповідно до закону витрат рівнянням (2.1):

$$\frac{d\Gamma}{dt} = -\frac{\partial A_1}{\partial t_n} \frac{\partial t_r}{\partial t} \quad (t_r = t_n + t_n), \quad (2.5)$$

де  $A_1$  — вартість робочої сили, або кількість уречевленої праці, що міститься в ній;  $t_r$ ,  $t_n$ ,  $t_n$  — відповідно час цієї праці, час необхідної та додаткової праці,

Якщо підставити рівняння (2.5) у рівняння перенесення праці (2.4), воно набуває такого вигляду:

$$\frac{d\Pi_l}{dt} = \Psi_l \left( \sum_{k=1}^3 V_{kl} + V_n \right) \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (2.6)$$

$$V_{kl} = -\frac{dA_{kl}}{dt_{kl}} \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (2.7)$$

$$V_n = -\frac{\partial A_1}{\partial t_n} \frac{\partial t_r}{\partial t} - \frac{\partial A_1}{\partial t_n} \frac{\partial t_n}{\partial t} = -\frac{\partial A_1}{\partial t_n} \frac{\partial t_n}{\partial t}. \quad (2.8)$$

$V_n$  — швидкість перенесення додаткової праці;

$V_{kl}$  — швидкість перенесення уречевленої праці з  $k$ -х виробничих елементів ( $k = 1$  — з робочої сили,  $k = 2$  — зі знарядь праці,  $k = 3$  — із предмета праці) на  $l$ -й вид продукту;

Перший член правої частини рівняння (2.6), зумовлений рівністю (2.7), є сумою швидкостей перенесення маси уречевленої праці з усіх трьох виробничих елементів, у тому числі й робочої сили. У даному відношенні робоча сила нічим не відрізняється від інших виробничих елементів, крім емісійних витрат додаткової праці (2.8), під час якої вартість робочої сили, тобто маси уречевленої праці, що міститься в ній, не змінюється.

Закон перенесення вартості (або закон утворення вартості у виробленому продукті) формулюється так:

*Кількість уречевленої праці, що міститься у виробленому продукті (продукції), дорівнює сумі суспільно необхідної праці, перенесеної на*

продукт з усіх трьох виробничих елементів (робочої сили, знарядь праці та предмета праці) й затрат на його виробництво додаткової праці.

Швидкість перенесення уречевленої праці зумовлена її вмістом у виробничих елементах і часом перенесення. У першому наближенні її можна, наприклад, визначити так.

$$V_{kl} \approx \frac{A_{kl}}{\tau_{kl}} \quad (k, l = 1, 2, 3),$$

де  $\tau_{kl}$  — характерний час перенесення: термін придатності, термін експлуатації та інші терміни застосування частин виробничих елементів.

Закон перенесення праці подібний до закону збереження енергії в механіці з урахуванням додатково затраченої роботи. У фізиці законом визначається перетворення одного чи декількох видів енергії на інший з урахуванням додатково виконаної при цьому механічної роботи. В економіці закон визначає перетворення декількох видів економічної “енергії” — уречевленої праці, що містяться в різних виробничих елементах, — на інший вид “енергії” — уречевлену працю, яка міститься у створеному продукті з урахуванням затраченої при цьому додаткової праці.

## Закон збереження вартості

Якщо два перших закони визначають величину праці та результат перенесення вартості з виробничих елементів на вироблений продукт, то цей закон визначає збереження вартості (маси уречевленої праці) та можливі джерела її збільшення чи зменшення в розглянутій системі [1]. Маса уречевленої праці міститься в усіх виробничих елементах, у тому числі в робочій силі, а також у скарбах, утворених з наявних у системі частин виробничих елементів, які в даний момент не використовуються у виробничому процесі. Внутрішнім джерелом збільшення в системі маси уречевленої праці відповідно до прийнятих постулатів (див. с. 39) є тільки додаткова праця. Зовнішнім же джерелом може бути її приплив ззовні. Витрати у розглянутій системі маси уречевленої праці також можливі внаслідок економічних втрат. З урахуванням цього закон збереження праці математично запишеться так:

$$\frac{dA}{dt} + \frac{dC}{dt} + \frac{d\Omega}{dt} = \frac{dT_n}{dt} + \frac{dB}{dt} \quad (A = A_1 + A_2 + A_3), \quad (2.9)$$

де  $A$  — сумарна кількість маси уречевленої праці, що міститься в робочій силі  $A_1$ , у знаряддях праці  $A_2$  і в предметі праці  $A_3$ ;  $C$  — величина виробничих скарбів, тобто та кількість уречевленої праці, що міститься в невикористовуваних елементах виробництва і в нерезалізованому продукті;  $\Omega$  — кількість уречевленої праці, витраченої в економіко-виробничому процесі;  $T_n$  — кількість додаткової праці;  $B$  — приплив маси уречевленої праці ззовні.

Варто зазначити, що виробничі скарби відрізняються від використовуваних виробничих елементів тим, що вони не переносять на вироблений продукт своєї вартості (маси уречевленої праці, що міститься в них), хоча пасивно і наявні у виробничому процесі розглянутої системи.

Приплив вартості ззовні у праву частину рівняння (2.9) може бути як додатним, так і від'ємним. До додатних статей належить приплив ззовні в розглянуту систему (на підприємство, у країну) робочої сили, певних засобів виробництва, до від'ємних — збиткова реалізація поза системою виробленого продукту, скарбів, а також відтік робочої сили, частини засобів виробництва.

Сутність закону збереження праці в тому, що ніщо безслідно не зникає і не з'являється з нічого. Джерелами приросту вартості в розглянутій системі є додаткова праця і надходження ззовні маси уречевленої праці, а від'ємним джерелом — економічні втрати. Додаткова праця також може бути додатною і від'ємною величиною (див. тему 2.2). В останньому випадку виробляється менше, ніж споживається.

Загалом додатна додаткова праця йде на збільшення маси уречевленої праці у виробничих елементах і виробничих скарбах, на компенсування економічних втрат і покриття відтоку назовні вартості (маси уречевленої праці), або її від'ємного припливу ззовні.

Додаткова праця визначається рівнянням (2.2). Відповідно закон збереження праці можна записати й у такому вигляді:

$$\frac{dA}{dt} + \frac{dB}{dt} + \frac{dC}{dt} + \frac{d\Omega}{dt} = \frac{dT}{dt} + \frac{dB}{dt} \quad (A = A_1 + A_2 + A_3), \quad (2.10)$$

$$\text{де } \frac{dT}{dt} = -\frac{\partial A_1}{\partial t_n} \frac{\partial t_T}{\partial t} \quad (t_T = t_n + t_n),$$

$T$  — кількість витраченої праці;  $t$  — час праці;  $t_n$ ;  $t_n$  — відповідно час необхідної та додаткової праці;  $A_1$  — кількість маси уречевленої

праці, що міститься в робочій силі;  $B$  — кількість маси уречевленої та живої праці, спожитої робочою силою в процесі виробництва.

З рівняння (2.10) видно, що жива праця  $T$  і приплив маси уречевленої праці  $B$  затрачуються на споживання самою робочою силою, на зміну кількості маси уречевленої праці у виробничих елементах і скарбах, а також на покриття втрат. При цьому в лівій частині рівняння (2.10) величина  $B$  є деяким еквівалентом відтворення робочої сили і тому на інші виробничі елементи безпосередньо перетворюватися не може.

## 2.4. Три правила економічної динаміки. Умова, що визначає розвиток виробництва

### Правила економічної динаміки та їх економічна сутність

Для того щоб виключити неправильне застосування сформульованих законів затрат праці, перенесення і збереження вартості, необхідно постулювати три правила, які регламентують їх застосування.

**Перше правило** регламентує економічний процес за участю в ньому живої праці:

*Без живої праці, тобто без участі робочої сили, неможливий ніякий економічний процес.*

Справді, без процесу праці сама по собі уречевлена праця не має ніякого економічного сенсу. Будь-які економічні величини виявляють себе тільки тоді, коли при цьому фігурує жива праця. Тому в математичному розумінні це правило формулюється і записується так:

*Без живої праці не можуть змінюватися ніякі економічні величини, тобто*

$$\left. \frac{dA}{dT} \right|_{T=0} = 0; \quad \left. \frac{d\Pi}{dT} \right|_{T=0} = 0; \quad \left. \frac{dC}{dT} \right|_{T=0} = 0; \quad \left. \frac{dT_{\Pi}}{dT} \right|_{T=0} = 0. \quad (2.11)$$

Іншими словами, похідні за працею від будь-яких економічних функцій, що визначають зміст уречевленої і живої праці, у точках, де жива праця нульова, тобто за її відсутності, дорівнюють нулю. Відповідно до цього правила економічної динаміки робот може брати участь у виробничому процесі тільки як знаряддя праці.

**Друге правило** регламентує результат процесу перенесення вартості:

*У результаті виробничого процесу може бути відтворений (переведений за кількістю в ньому маси уречевленої праці (вартості) зі стану I у стан II) кожний з виробничих елементів, але маса уречевленої праці в елементах ізольованої системи, яка не має додаткового припливу уречевленої праці ззовні, збільшується тільки за рахунок додаткової праці.*

$$A_1 + T_{II} = A_{II} + P; \quad (A_1 > 0; \quad A_{II} > 0; \quad P > 0), \quad (2.12)$$

де  $A_1$  і  $A_{II}$  — маса уречевленої праці, що міститься в I і II станах виробничих елементів відповідно;  $P$  — маса уречевленої праці, що міститься в продукті, який ще не перейшов у виробничі елементи;  $T_{II}$  — кількість додаткової праці, затраченої при переведенні системи зі стану I у стан II.

Це правило, або умова (2.12), стверджує, що для виробничої системи, яка не має додатного припливу вартості ззовні ( $B \leq 0$ ), джерелом зростання вартості (маси уречевленої праці) може бути тільки додаткова праця.

**Третє правило** регламентує напрям економічного процесу перенесення уречевленої праці (вартості). Найповніше це правило можна розкрити, використовуючи поняття ентропії:

$$i \cdot dS \geq dQ, \quad (2.13)$$

де  $S$  — ентропія економічної системи;  $Q$  — кількість маси уречевленої праці, що віддається системою чи потрапляє до неї;  $\theta$  — параметр, що характеризує концентрацію маси уречевленої праці в елементах системи. Знак ( $>$ ) в умові (2.13) справедливий, якщо в системі здійснюються незворотні процеси, а знак рівності — у разі зворотних процесів.

Прикладом умовно зворотного процесу є обмін товарами без обліку витрат праці на процес обміну. У загальному випадку в економіці, як і в природі, усі процеси незворотні й відбуваються з підвищенням ентропії. А для перетворення незворотних процесів на умовно зворотні та переведення системи у більш упорядкований стан необхідно здійснити певну роботу — затратити працю.

Умови (2.11) – (2.13) тлумачаться так: не можна здійснити виробничий процес так, щоб уся маса уречевленої праці будь-яких виробничих елементів була цілком перенесена на вироблений продукт, а

самі виробничі елементи за вмістом у них уречевленої праці перетворилися б на нуль. Тому завжди повинна виконуватися умова

$$\Pi < A + T_{\Pi}; \quad A = \sum_{k=1}^3 A_k; \quad A_k > 0; \quad (k = 1, 2, 3). \quad (2.14)$$

Відповідно величина виробленого продукту за масою уречевленої праці не може дорівнювати або бути більшою за величину елементів, що беруть участь у його виробництві, та додаткової праці. Справді, якщо не виконується умова (2.14), то на вироблений продукт повинна бути перенесена вся маса уречевленої праці, яка містилась у виробничих елементах, причому без зміни ентропії, що порушить умову (2.13), оскільки звідкись повинна була виникнути її додаткова кількість.

Правила економічної динаміки (2.10) – (2.13) виключають можливість створення в економіці виробництва “вічного двигуна” першого і другого роду. Це означає, що в економіці, як і в природі, неможливо одержати більше з меншого не тільки за абсолютною величиною, а й за якістю без здійснення додаткової роботи, у даному випадку без витрат праці. Хоча подібних спроб в економіці чимало, і вони навіть не тестуються на запобігання “вічному двигуну”.

Прикладами можуть бути спекуляція, завищення цін, отримання грошей із грошей без їх участі у виробничих процесах, приватизація за гроші тощо. Усе це може служити тільки способами перерозподілу вже створеного, а не створенням чогось нового. Держава, продаючи власність усередині країни за гроші, власне кажучи, робить надбавку на ціну вироблених товарів, що стає основною причиною девальвації власної валюти при здійсненні майнових реформ. Нині підприємства для одержання необхідних інвестицій можуть продавати приватизовану власність державі. На це гроші держава може надрукувати чи отримати від податкової надбавки на вироблені товари, подібно до того, як це робилося при викупі державної власності. Після цього можна знову приватизувати підприємства, і так без кінця, то одним, то іншим шляхом одержувати гроші за рахунок “вічного двигуна”.

Сформульовані та математично записані три правила-постулати економічної динаміки (2.11) – (2.13) мають глибокий економічний зміст і вимагають вдумливого ставлення до себе. Усі розв’язки економічних задач повинні тестуватися і перевірятися трьома правилами



економічної динаміки для виключення наявності в цих розв'язках “вічного двигуна” першого й другого роду. В іншому разі можливе дійсне підмінюватиметься неможливим бажаним.

## **Умова, що визначає розвиток виробництва**

Соціальні, як і природничі, процеси відбуваються за дії одних і протидії інших сил, з виконанням обов'язкової умови: мінімум витрат енергії й максимум можливого результату. В економіці умовою, що рухає виробництво, здійснюючи кругообірот виробничих елементів, є прагнення учасників виробництва максимально задовольнити свої потреби за мінімальних витрат праці. У математичній формі це можна записати так:

$$B = \max; \quad T = \min. \quad (2.15)$$

$$\text{Причому } B \leq T \text{ за } T_{\Pi} \geq 0; \quad (2.16)$$

$$B^* \geq B \geq B^{**} \geq 0, \quad (2.17)$$

де  $B^*$  — максимально повне,  $B^{**}$  — мінімально допустиме споживання (у вартісному вираженні) самими учасниками виробництва.

Збільшення споживання стимулює виробництво в тому випадку, якщо воно не досягає верхньої межі насиченості, та не знижується нижче від критичного значення, за якого ще зберігаються функціональні якості робочої сили. Тому виробництво повинно створювати не лише продукт, а й умови (2.17) його споживання.

Проте за умовою (2.16) величина споживання не повинна перевищувати витрати праці, щоб підтримувати безперервність виробничого процесу. При порушенні умови (2.16) виробництво “проїдатиметься” і деградує. Тому другою частковою умовою, що рухає виробництво, є максимізація додаткової праці.

$$T_{\Pi}(t) = \max; \quad T = \min. \quad (2.18)$$

На практиці умова (2.18) виявляється в прагненні отримати максимальний прибуток на вкладений у виробництво капітал.

$$h_{\Pi}(t) = \frac{T_{\Pi}}{A} = \max; \quad (2.19)$$

Величина можливої прибутковості виробництва (2.19) залежить від соціально-економічних і науково-технічних факторів. Але в будь-якому разі першопричиною розвитку виробництва є загальна (2.15) та окрема (2.18) умови, що спонукає людей безупинно надавати руху кругообороту виробничих елементів.

### **Запитання. Завдання**

1. Обґрунтуйте значення наукового “закону” і наукової “закономірності” в економіці виробництва.
2. На яких постулатах базується економічна наука виробництва?
3. Чим визначається кількість економічної праці?
4. Чим визначається величина робочої сили й інших виробничих елементів в економічному процесі виробництва?
5. Чим визначається величина додаткової праці в економічному процесі виробництва?
6. Охарактеризуйте економічний закон витрат праці.
7. Поясніть економічний закон перенесення уречевленої і живої праці на вироблений продукт.
8. Розкрийте економічний закон збереження вартості у виробничій системі.
9. У чому сутність трьох правил економічної динаміки?
10. Що є постійною умовою, яка визначає розвиток виробництва?
11. Поясніть поняття “вічний двигун” першого і другого роду в економіці виробництва.

# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОДУКЦІЇ ТА ЇЇ ОБМІНУ

## 3.1. Вартість продукції (товару)

### Види вартості продукції (товару)

Продукція стає товаром тоді, коли вона обмінюється на продукцію інших виробників. При цьому разом з визначенням споживчих якостей і кількості товару у фізичному вимірі (у штуках, в одиницях ваги, довжини, ширини тощо) потрібна вартісна оцінка товару у його економічному вимірі.

В економічному, тобто у вартісному вимірі, продукція (товар) має три види оцінки кількості (рис. 3.1):

$q^{\Phi}$  — фактична, або вартість виробництва одиниці продукції. Дорівнює масі уречевленої праці, фактично перенесеної на фізичну одиницю продукції з усіх трьох виробничих елементів, у тому числі емісія маси додаткової праці;

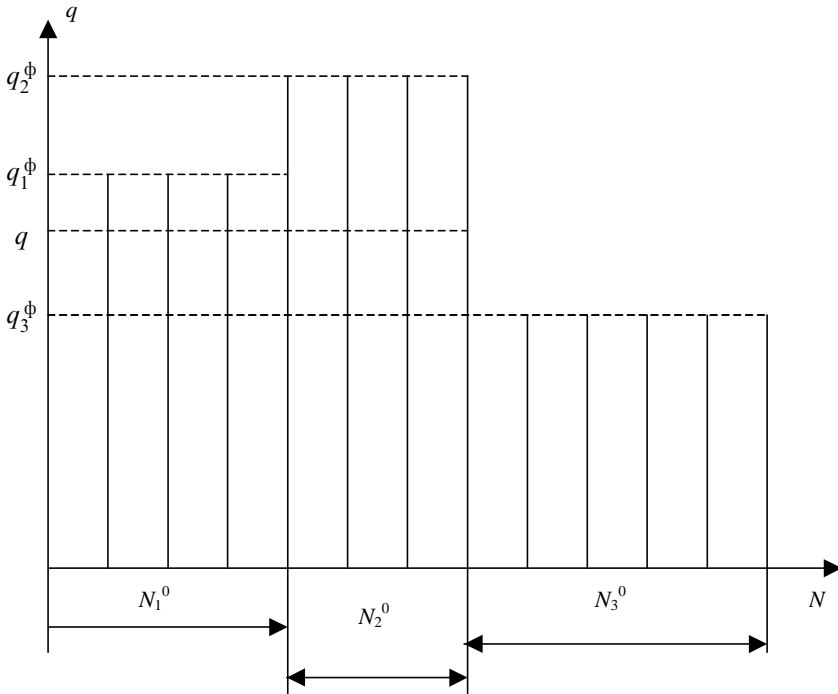
$q$  — вартість одиниці продукції. Дорівнює масі уречевленої праці, перенесеної на фізичну одиницю продукції з усіх трьох виробничих елементів, у тому числі емісія маси додаткової праці, але з урахуванням суспільно необхідних витрат на її виробництво.

$q^o$  — мінова вартість одиниці товару. Дорівнює тій масі уречевленої праці, до якої прирівнюються обмінювані товари.

Вартість кожного з видів товару визначається як середньоарифметична величина фактичної вартості однотипної за споживчими якостями продукції, що бере участь в обміні.

$$q_i(t) = \frac{1}{N_i^o} \sum_{\tau=1}^{Z_i} q_{i\tau}^{\tau}(t) N_{i\tau}^o; \quad N_i^o = \sum_{\tau=1}^{Z_i} N_{i\tau}^o; \quad (\tau=1, 2, \dots, Z_i), \quad (3.1)$$

де  $q_i(t)$  — вартість одиниці  $i$ -го виду товару з урахуванням суспільно необхідних витрат на його виробництво в момент часу  $t$ ;  $q_{i\tau}^{\tau}(t)$  — фактична вартість виробництва одиниці продукції  $\zeta$ -ї партії  $i$ -го



**Рис. 3.1. Вартість продукції (товару):**

$q$  — вартість одиниці товару,  $N$  — кількість одиниць товару

виду товару в момент часу  $t$ ;  $N_{i\zeta}^0$  — кількість одиниць продукції  $\zeta$ -ї партії  $i$ -го виду товару, що беруть участь в обміні.

Відповідно коефіцієнт суспільно необхідних витрат на виробництво  $i$ -го виду продукції дорівнюватиме

$$\Psi_{i\tau}(t) = q_i(t) / q_{i\tau}^\tau \quad (i = 1, 2, \dots, I_0), \quad (\tau = 1, 2, \dots, Z_i). \quad (3.2)$$

У такий спосіб вартість товару може бути виражена за допомогою вартості його виробництва.

$$q = \Psi q^\tau. \quad (3.3)$$

Як випливає з рівності (3.2), коефіцієнт суспільно необхідних витрат може бути різним як для окремого виду товару, так і для кожної партії продукції. При цьому  $\zeta$ -та партія  $i$ -го виду товару у формулі (3.1) може містити не тільки один, а й кілька близьких за призначенням і споживчими якостями видів товару, здатних до взаємозаміни.

## Умова еквівалентності обміну продукції (товару)

Обмін продукцією між підрозділами виробництва здійснюється з метою відновлення виробничих елементів і перетворення додаткового продукту на прибуток. Загалом в обміні беруть участь різні продукти як за споживчими якостями (фізичними, технічними, інформаційними тощо), так і за витратами праці та засобів на їх виробництво.

$$q_i N_i^0 \geq q_{(i)} N_{(i)}^0 \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (3.4)$$

де  $q_i$  — вартість одиниці продукції з урахуванням суспільно необхідних витрат на її виробництво;  $N_i^0$  — кількість одиниць обмінюваної продукції. Індекс у дужках — одержувана продукція, а без дужок — та, що віддається.

З економічного погляду обмін буде рівноцінним, якщо обмінюваний продукт дорівнюватиме за вартістю одержаному з урахуванням суспільно необхідних витрат на його виробництво. Отже, обмін  $i$ -го виду продукту буде еквівалентним, якщо нерівність (3.4) перетвориться на рівність. Тобто, якщо в обмінюваному й одержуваному продуктах міститься однакова кількість уречевленої праці, з урахуванням суспільно необхідних витрат. Отже,

$$q_i^3 = q_i \quad \text{і} \quad q_{(i)}^3 = q_{(i)} \quad \text{при} \quad q_i N_i^0 = q_{(i)} N_{(i)}^0 \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (3.5)$$

де  $q_i^3, q_{(i)}^3$  — еквівалентні величини вартості обмінюваного й одержуваного продукту.

Зазначимо, що це тільки еквівалентні, а не рівні вартості продуктів.

$$q_i^3 = q_{(i)} \frac{N_{(i)}^0}{N_i^0} \quad (i = 1, 2, \dots, I).$$

Для того щоб ці величини були ще і рівними, повинна бути однакою кількість одиниць обмінюваних і одержуваних продуктів.

$$q_i^3 = q_i \quad \text{при} \quad q_i N_i^0 = q_{(i)} N_{(i)}^0, \quad N_i^0 = N_{(i)}^0 \quad (i = 1, 2, \dots, I). \quad (3.6)$$

Умова (3.5) означає, що за обміну, наприклад костюма на черевики, існує кількість пар черевиків, еквівалентна одному костюму, і навпаки. За виконання умови (3.6) один костюм за вартістю еквівалентний парі черевиків, тобто вони мають однакову вартість.

$$q_i = q_{(i)} \quad (i = 1, 2, \dots, I).$$

Проте досягнення еквівалентного обміну всіх продуктів є непростим завданням як в економічному, так і в технічному аспекті. У практиці обміну (не тільки стихійного, а й планового або програмного) еквівалентність лише мається на увазі, але ніколи не досягається, принаймні у всіх випадках обміну. Більше того, за обміну вона і не визначається, тому що сторонам, які беруть участь в обміні, відомі лише власні витрати. Замість вартості продукту  $q$  визначається ціна, встановлена адміністративно або практикою ринкового обміну. Проте поняття “еквівалентність” має як теоретичне, так і практичне значення.

## Мінова вартість і закономірність обміну товарів

За обміну товарів відомі лише їх кількість і ціни, за якими вони продані. Щодо цін можна припустити, що вони пропорційні вартості товарів, і не більше того. Тому про вартісне співвідношення обмінюваних товарів можна говорити тільки умовно в міновому чи ціновому вираженні за кожною партією товарів.

$$q_i^0 N_i^0 \Leftrightarrow q_{(i)}^0 N_{(i)}^0 \quad (i) \neq i; \quad (i = 1, 2, \dots, I); \quad (i) \in I, \quad (3.7)$$

де  $q_i^0$ ,  $N_i^0$  — відповідно умовна цінова, або мінова, вартість і кількість одиниць обмінюваного  $i$ -го виду товару.

З рівності (3.7) впливає лише те, що мінова вартість одного товару визначається міновою вартістю іншого товару. При цьому мінові вартості обох товарів умовні, й їх співвідношення з вартістю за суспільно необхідними витратами також невідомі, але знаходяться в деяких межах можливих відхилень.

$$q_i^0 = q_i + \delta q_i; \quad q_{(i)}^0 = q_{(i)} + \delta q_{(i)}; \quad (i) \neq i \quad (3.8)$$

$$(i = 1, 2, \dots, I); \quad (i) \in I.$$

З усіх можливих варіантів обміну варто виключити ті, за яких збитки перевищують додаткову вартість, що міститься в обмінюваних товарах. У протилежному випадку порушується життєздатність підприємств, що виробляють товари. Отже,

$$\delta q_i < q_i^n; \quad \delta q_{(i)} < q_{(i)}^n; \quad (i) \neq i \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (i) \in I. \quad (3.9)$$

Якщо умова (3.9) у більшості випадків виконується, то мінова вартість наближається до вартості товарів за суспільно необхідних витрат, до якої прямує і ціна виробництва.

$$q_i^r \rightarrow q_i^o \rightarrow q_i \quad \text{та} \quad q_{(i)}^r \rightarrow q_{(i)}^o \rightarrow q_{(i)} \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (i) \in I \quad (3.10)$$

Закономірність (3.10), яку в економіці називають законом вартості, має лише тенденційний характер, а не абсолютність закону в його науковому розумінні. Ця закономірність є результатом природного прагнення кожної зі сторін відшкодувати витрати і перетворити додаткову вартість на прибуток. Сам же процес обміну є не суто економічним, а соціально-економічним процесом, що перебуває під впливом як економічних, так і психологічних, юридичних та адміністративних чинників. До абсолютності наукового закону можна віднести лише те, що сама вартість, яка міститься в обмінюваних товарах, не зникає, а розподіляється між учасниками обміну залежно від еквівалентності чи нееквівалентності обміну товарів.

Якщо виробнича система складається з деякої кількості  $J$  підприємств, то для кожного з них можливі такі результати обміну:

1. Одержання чи втрата додаткової вартості внаслідок відхилення мінової вартості товару від суспільно необхідних витрат на його виробництво визначається формулою

$$m_{ji}^0 = (q_i - q_{ji}^0)N_{ji}^0; \quad N_{ji}^0 \leq N_{ji} \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (j = 1, 2, \dots, J). \quad (3.11)$$

При цьому сумарні відхилення мінової вартості від вартості всіх товарів, вироблених і обмінюваних усередині виробничої системи, за законом збереження вартості дорівнюють нулю.

$$\sum_{j=1}^J m_{ji}^0 = \sum_{j=1}^J (q_i - q_{ji}^0) N_{ji}^0 = 0; N_{ji}^0 \leq N_{ji} \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (j = 1, 2, \dots, J). \quad (3.12)$$

2. Внаслідок неповноти обміну на кожному підприємстві можуть утворюватися виробничі скарби:

$$C_{ji}^0 = q_i (N_{ji} - N_{ji}^0); \quad N_{ji}^0 \leq N_{ji} \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (j = 1, 2, \dots, J), \quad (3.13)$$

де  $N_{ji}, N_{ij}^0$  — кількість вироблених і обмінаних одиниць товару.

3. Можливі також економічні втрати внаслідок відхилення ціни виробництва від суспільно необхідних витрат:

$$\Omega_{ji}^0 = (q_{ji}^r - q_i) N_{ji} \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (j = 1, 2, \dots, J). \quad (3.14)$$

## 3.2. Математична модель продукції (товару)

### Ціна виробництва товару

Ціна виробництва товару з урахуванням витрат на його реалізацію складається з вартості виготовлення продукції та витрат на її реалізацію в торгівлі.

$$q_{\zeta}^m = q_{\zeta}^r + q_{\zeta}^{\tau} \quad (\zeta = 1, 2, \dots, Z),$$

де  $q_{\zeta}^m$  — ціна виробництва одиниці продукції в  $\zeta$ -й партії товару з урахуванням витрат на її реалізацію в торгівлі;  $q_{\zeta}^r$  — ціна виробництва одиниці продукції в  $\zeta$ -й партії товару без обліку витрат на її реалізацію в торгівлі;  $q_{\zeta}^{\tau}$  — ціна реалізації одиниці продукції в  $\zeta$ -й партії товару.

Загалом реалізація продукції в торгівлі є продовженням процесу виробництва. Ціна ж виробництва становить деяку масу уречевленої праці, перенесену з усіх трьох виробничих елементів.

$$\frac{dq_{\tau}^r N_{\tau}}{dt} = \sum_{k=1}^3 V_{k\tau} + V_{\text{пр}}; \quad (\tau = 1, 2, \dots, Z), \quad (k = 1, 2, 3), \quad (3.15)$$

де  $N_{\zeta}$  — кількість одиниць продукції в  $\zeta$ -й партії;  $V_{k\zeta}$  — швидкість перенесення маси уречевленої праці з  $k$ -х виробничих елементів на продукцію  $\zeta$ -ї партії;  $V_{\text{пр}\zeta}$  — швидкість перенесення маси уречевленої



праці з робочої сили на продукцію  $\zeta$ -ї партії за час додаткової праці;  $Z$  — кількість партій одного виду продукції.

З рівності (3.15) випливає, що, по-перше, ціна виробництва визначається фактичним перенесенням вартості з усіх трьох виробничих елементів (робочої сили, знарядь праці та предмета праці). По-друге, у ціну виробництва входить вартість додаткової праці. При цьому швидкість емісії додаткової праці дорівнює

$$V_{\text{пт}} = V_{1\tau} H_{\text{пт}} \quad (\tau = 1, 2, \dots, Z), \quad (k = 1, 2, 3),$$

де  $V_{1\zeta}$  — швидкість перенесення маси уречевленої праці з робочої сили на продукцію  $\zeta$ -ї партії;  $H_{\zeta}$  — норма додаткової праці у виробничтві продукції  $\zeta$ -ї партії.

Вважаючи, що ціна виробництва одиниці продукції однакова для всієї партії, рівність (3.15) можна записати так:

$$q_{\tau}^{\tau \text{п}} = \frac{1}{n_{\tau}} \left( \sum_{k=1}^3 V_{k\tau} + V_{\text{пт}} \right) \quad n_{\tau} = \frac{dN_{\tau}}{dt} \quad (\tau = 1, 2, \dots, Z), \quad (k = 1, 2, 3), \quad (3.16)$$

де  $n_{\zeta}$  — швидкість виробництва одиниць продукції  $\zeta$ -ї партії.

Ціна виробництва даного виду товару згідно з рівністю (3.1) дорівнює середньоарифметичній величині цін виробництва  $\zeta$ -х партій продукції, що беруть участь в обміні як товар.

$$q^{\tau \text{п}} = \frac{1}{N^0} \sum_{\tau=1}^Z q_{\tau}^{\tau \text{п}} N_{\tau}^0; \quad N^0 = \sum_{\tau=1}^Z N_{\tau}^0 \quad (N_{\tau}^0 \leq N_{\tau}), \quad (\tau = 1, 2, \dots, Z), \quad (3.17)$$

де  $N_{\zeta}^0$  — кількість обмінних одиниць з виробленої кількості  $N_{\zeta}$  у  $\zeta$ -й партії продукції.

Вартість реалізації  $\zeta$ -ї партії продукції в торгівлі визначається аналогічно визначенню вартості виробництва. Ціна реалізації одиниці товару з  $\zeta$ -ї партії дорівнюватиме

$$q_{\tau}^{\tau \tau} = \frac{1}{n_{\tau}^0} \left( \sum_{k=1}^3 V_{k\tau}^0 + V_{1\tau}^0 N_{\text{пт}}^0 \right); \quad n_{\tau}^0 = \frac{dN_{\tau}^0}{dt} \quad (3.18)$$

$$(\tau = 1, 2, \dots, Z), \quad (k = 1, 2, 3),$$

де  $n_{\zeta}^0$  — швидкість реалізації товару  $\zeta$ -ї партії;  $V_{k\zeta}^0$  — швидкість перенесення маси уречевленої праці з  $k$ -х виробничих елементів на товар  $\zeta$ -ї партії за його реалізації, тобто в торгівлі;  $H_{\text{пт}}^0$  — норма додаткової праці за реалізації в торгівлі  $\zeta$ -ї партії товару.

Відповідно середня ціна реалізації цього виду товару згідно з формулою (3.18) становитиме

$$q^{\tau\tau} = \frac{1}{N^0} \sum_{\zeta=1}^Z q_{\zeta}^{\tau\tau} N_{\zeta}^0; \quad N^0 = \sum_{\zeta=1}^{Z_i} N_{\zeta}^0 \quad (\zeta = 1, 2, \dots, Z). \quad (3.19)$$

У такий спосіб рівняння (3.14) – (3.19) визначають ціни виробництва і реалізації як за окремими партіями, так і за видами товару. Але обчислення за цими рівняннями відрізняються від методів і практики бухгалтерських розрахунків. Не вдаючись у деталі бухгалтерських розрахунків, визначимо загальне і відмінне між ними та аналітичними рівняннями.

У бухгалтерському розрахунку ціна виробництва складається із собівартості продукції та додаткової вартості, чи прибутку.

$$q_{\tau}^{\tau n} = q_{\tau}^{cn} + q_{\tau}^{pn} \quad (\tau = 1, 2, \dots, Z),$$

де  $q_{\zeta}^{pn}$  — ціна виробництва одиниці продукції в  $\zeta$ -й партії;  $q_{\zeta}^{cn}$  — собівартість одиниці продукції в  $\zeta$ -й партії;  $q_{\zeta}^{pn}$  — додаткова вартість на одиницю продукції з  $\zeta$ -ї партії, яка дорівнює відсотковій надбавці до її собівартості.

Відповідно собівартість продукції визначається за витратами за собів виробництва і оплатою праці:

$$q_{\zeta}^{cn} = \frac{1}{n_{\zeta}} (V_{2\zeta} + V_{3\zeta} + V_{T\zeta}); \quad n_{\zeta} = \frac{dN_{\zeta}}{dt} \quad (\zeta = 1, 2, \dots, Z), \quad (3.20)$$

де  $V_{2\zeta}$  — швидкість перенесення вартості з виробничих фондів на продукцію  $\zeta$ -ї партії;  $V_{3\zeta}$  — швидкість витрат вартості матеріалів на продукцію  $\zeta$ -ї партії;  $V_{T\zeta}$  — швидкість оплати праці у виробництві продукції  $\zeta$ -ї партії;  $n_{\zeta}$  — швидкість виробництва, тобто кількість виробленої продукції  $\zeta$ -ї партії в одиницю часу.

Отже, відмінність полягає у визначенні величини перенесення вартості з робочої сили на вироблений продукт. У бухгалтерському розрахунку (3.20) визначається тільки ціна оплати праці ( $V_{T\zeta}$ ), тобто ціна тимчасового використання (“прокату”) робочої сили за час праці. А за рівнянням (3.15) на продукцію переноситься фактична вартість робочої сили як з виробничого елемента. Кількість додаткової вартості в ціні виробництва у бухгалтерії визначається довільно, виходячи з можливої ціни реалізації, собівартості продукції і капіталу, що бере участь у виробництві.

$$q_{\tau}^n = q_{\tau}^0 - q_{\tau}^{\text{сн}} = \frac{h}{n_{\tau}} (A_{2\tau} + A_{\tau}^{\text{об}}) \quad (\tau = 1, 2, \dots, Z), \quad (3.21)$$

де  $h$  — норма прибутку в одиницю часу на вкладений у виробництво капітал;  $A_{2\zeta}$  — вартість основних фондів, що беруть участь у виробництві продукції  $\zeta$ -ї партії;  $A_{\zeta}^{\text{об}}$  — оборотні кошти, що беруть участь у виробництві продукції  $\zeta$ -ї партії.

Ціна виробництва в торгівлі, або ціна реалізації товару, за бухгалтерськими розрахунками визначається аналогічно формулам (3.20), (3.21).

Норму додаткової праці (додаткової вартості) за даними бухгалтерії можна визначити так:

$$H_{\text{пс}} = \frac{n_{\zeta} \cdot h}{N_{\zeta} V_{\tau\zeta}} (A_{2\zeta} + A_{\zeta}^{\text{об}}). \quad (3.22)$$

Таким чином, ціна виробництва при виготовленні та реалізації продукції може бути визначена на підставі теорії перенесення, а також за бухгалтерським обліком витрат на виробництво і продаж товару.

## Модель споживчих властивостей товару

Хоча в економіці найбільше приділяється уваги вартісній стороні товару, не менш важливою характеристикою є споживча вартість, тобто споживча корисність, заради якої товар виробляється. Вартість і споживча вартість — це дві сторони однієї медалі. Обидві повинні визначатися не тільки якісно, а й кількісно, утворювати єдину модель продукції (товару) [1, 2].

У теорії та практиці споживча корисність кількісно характеризується лише вагою та геометричними розмірами товару: довжиною, площею, обсягом. Інші характеристики товару здебільшого визначаються якісно: гарний чи не дуже запах, колір, смак тощо. У сучасному виробництві технічні якості виробів не тільки визначаються на стадії проектування, а й стандартизуються. Проте зіставлення вартості та споживчої вартості щодо споживчих якостей і можливих результатів використання товару усе ще здійснюється на основі попереднього досвіду і суб'єктивних оцінок. Для технічно складних виробів, наприклад таких, як літаки, морські та річкові судна, автомобілі, вартість і споживчу вартість зіставляють у натуральному вигляді на стадіях проектування та експлуатації дослідних зразків. Це потребує чималих коштів, часу і все-таки не дає повної картини відповідності очікуваних споживчих якостей товару та його вартості.

Для повного визначення взаємозв'язку споживчих якостей і вартості товару потрібна модель, що відображає кількісно цю залежність. Споживчу вартість товару можна визначити шляхом порівняння всього того, що може бути отримане від використання товару, з тим, чого це буде коштувати. У загальному вигляді цю залежність можна записати так:

$$\frac{dgP}{dt} = \frac{dQ}{dt}, \quad (3.23)$$

де  $P$  — величина споживчих якостей товару;  $g$  — вартісний коефіцієнт пропорційності;  $Q$  — вартість виробництва і наступного використання товару.

Величина споживчих властивостей товару визначається його статичними і динамічними характеристиками:

$$P = \sum_{i=1}^I G_i L_i \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (3.24)$$

де  $G_i$  — значення  $i$ -ї статичної характеристики властивостей товару, наприклад вага, обсяг, розмір вантажу, кількість пасажирів, кількість виробленої енергії, обсяг інформації тощо;  $L_i$  — значення  $i$ -ї динамічної характеристики властивостей товару, наприклад відстань перевезення вантажу і пасажирів, відстань передання енергії, інформації та ін.

Праву частину рівності (3.23) можна теж подати у вигляді статичних (разових) і динамічних (поточних) витрат, пов'язаних з виробництвом і наступним використанням товару:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{d(q_a t_n)}{dt} + \frac{d(q_\tau t_\tau)}{dt} + \frac{d(q_n t_n)}{dt} + \frac{d(q_d t_d)}{dt}, \quad (3.25)$$

де  $q_a$  — капітальні витрати на одиницю товару в одиницю часу його використання (експлуатації);  $q_\tau$  — поточні витрати на одиницю товару в одиницю часу його активного функціонування;  $q_n$  — поточні витрати на одиницю товару в одиницю часу його пасивного використання;  $q_d$  — поточні витрати на одиницю товару в одиницю часу використання (експлуатації) товару в особливих умовах, наприклад в умовах стерильності, сталості температури, руху, невагомості тощо;  $t_n$  — час використання товару, наприклад термін придатності, час експлуатації та ін.;  $t_\tau$ ,  $t_n$  — час активного функціонування товару і час його пасивного використання;  $t_d$  — час використання това-

ру в особливих умовах транспортування, охолодження, стерильності, збереження та ін.

Підставивши рівності (3.24), (3.25) у рівняння (3.23), одержимо рівняння споживчої вартості товару.

$$\sum_{i=1}^I \frac{dg_i G_i L_i}{dt} = \frac{d(q_a t_n)}{dt} + \frac{d(q_\tau t_\tau)}{dt} + \frac{d(q_n t_n)}{dt} + \frac{d(q_d t_d)}{dt} \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (3.26)$$

Рівняння (3.26) можна навести у проінтегрованому вигляді.

$$\sum_{i=1}^I g_i G_i L_i = t_n [q_a + q_\tau z_\tau + q_n (1 - z_\tau) + q_d z_d] \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad (3.27)$$

$$(i = 1, 2, \dots, I) \quad z_\tau = \frac{t_\tau}{t_n}; \quad z_n = \frac{t_n}{t_n} = 1 - z_\tau; \quad z_d = \frac{t_d}{t_n}.$$

Ліва частина рівняння (3.27) є величиною споживчих якостей товару, а права — вартість і статті витрат на його експлуатацію. Наприклад, якщо товаром є вантажне судно, то його споживча якість полягає в перевезенні вантажу  $G$  на відстань  $L = V t_\phi$ . Відповідно статті витрат перевезення вантажу можна показати у вигляді питомих витрат на одну тонно-милю:

$$g = \frac{1}{z_y} \left[ g_a \frac{1}{z_\tau} + g_\tau + g_n \frac{(1 - z_\tau)}{z_\tau} + g_d \frac{z_d}{z_\tau} \right]; \quad (3.28)$$

$$\text{де } z_y = \frac{G}{G + G_c}; \quad g_a = \frac{q_a}{GV}; \quad g_\tau = \frac{q_\tau}{GV}; \quad g_n = \frac{q_n}{GV}; \quad g_d = \frac{q_d}{GV};$$

$g$  — вартість перевезення одиниці вантажу (тонно-милі);

$g_a$  — питомі капіталовкладення (на тонно-милю);

$g_\phi$  — питомі витрати (на тонно-милю) на перевезення вантажу під час руху судна;

$g_n$  — питомі витрати на тонно-милю перевезення вантажу під час стоянки судна;

$g_d$  — питомі витрати (на тонно-милю), пов'язані з особливими умовами перевезення вантажу;

$G$  — корисний вантаж, перевезений судном;

$G_c$  — власна вага судна (без вантажу);

$V$  — швидкість перевезення вантажу під час руху судна;

$\eta_y$  — коефіцієнт утилізації судна, тобто відношення ваги корисного вантажу  $G$  до ваги судна з вантажем  $(G + G_c)$ ;

Коефіцієнти  $\eta_{\phi}$ ,  $\eta_d$  в рівнянні (3.28), як і у рівнянні (3.27), становлять безрозмірний час відповідно активного функціонування судна та його використання в особливих умовах.

Як бачимо, вартість тонно-милі істотно залежить від кількості перевезеного вантажу та інтенсивності експлуатації судна, тобто від співвідношення часу  $t_{\text{н}}$  експлуатації судна і часу  $t_{\phi}$  його активного функціонування — перебування в дорозі з вантажем, а також від коефіцієнта утилізації судна. Чим більший коефіцієнт утилізації ( $0 \leq \eta_y \leq 1$ ), чим більший час активного функціонування судна ( $0 \leq \eta_{\phi} \leq 1$ ), тим менша вартість тонно-милі перевезення вантажу.

Вплив швидкості перевезення вантажу, на вартість тонно-милі неоднозначний, тому що вона істотно впливає і на час перевезення, і на витрати, пов'язані з рухом судна. Зростання швидкості та скорочення часу перевезення, з одного боку, зменшують вартість перевезення вантажу, а з іншого — збільшують її внаслідок зростання витрат пального і вартості судна.

Витрати під час руху становлять:

$$q_{\tau} = e_{\tau} a_{\tau} \frac{R_x V}{z_e} + Q_{\tau}; \quad R_x = o_x \frac{\rho V^2}{2} D^{2/3}; \quad D = G + G_c, \quad (3.29)$$

де

$e_{\tau}$ ,  $a_{\tau}$  — питома витрата і вартість одиниці ваги пального;

$\eta_e$  — пропульсивний ККД руху судна (гребних гвинтів);

$\rho$ ,  $\xi_x$  — густина води і коефіцієнт опору руху судна;

$V$ ,  $R_x$  — швидкість і опір руху судна;

$D$ ,  $G$ ,  $G_c$  — відповідно водотоннажність, вага корисного вантажу і вага судна без вантажу;

$Q_{\phi}$  — інші статті витрат під час руху судна (зарплата екіпажу, оплата зовнішніх послуг та ін.).

Основними складовими витрат під час руху судна (3.29) є затрата і вартість палива. Опір судна, а отже і затрата пального, залежать від швидкості у квадраті. У такому ж степені збільшується паливна складова у вартості перевезення вантажу зі збільшенням швидкості. За малої швидкості судно буде довго в дорозі, що також збільшує вартість перевезень. Тому оптимальна швидкість перевезення вантажу повинна визначатися розв'язанням рівняння (3.28) для кожного конкретного випадку перевезення певного вантажу.

Варто також зазначити, що опір руху судна і відповідно витрата пального залежать не прямо від кількості перевезеного корисного

вантажу  $G$ , а від водотоннажності судна  $D$ . Тому використання недовантаженого судна або з малим коефіцієнтом утилізації  $\eta_y$  (судно змушене перевозити і власну вагу  $G_y$ ) здорожує перевезення корисного вантажу. Для більшості суден коефіцієнт утилізації перебуває в межах 0,3–0,7.

Витрати, пов'язані з експлуатацією судна на стоянках, порівняно невеликі, але додаткові й дорівнюють

$$q_n = e_t a_t N_n + Q_n, \quad (3.30)$$

де  $N_n$  — потужність енергетичних установок, використовуваних на стоянці судна;  $Q_n$  — витрати на стоянці судна (заробітна плата екіпажу, портові збори та ін.).

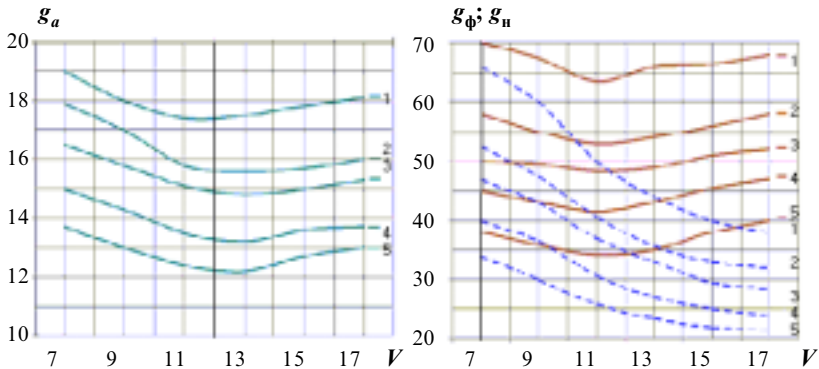
Витрати  $q_d$ , пов'язані з особливими умовами перевезення вантажу, залежать від його характеру і району плавання. Вони визначаються для кожного випадку окремо. У морських перевезеннях це насамперед страхування вантажу і судна, заморожування вантажу (продуктів), що швидко псується, та ін.

Аналізуючи аналітичні залежності витрат на ходу (3.29) і на стоянці (3.30) судна, можна визначити за формулами (3.28) питомі витрати на тонно-милю перевезення вантажу як на проєктованих, так і на вже експлуатованих суднах.

Наведена вище модель і одержані на її основі рівняння (3.26), (3.27) дають змогу визначати споживчі якості та вартість навіть тоді, коли товару, в даному разі вантажного судна, ще немає у проєкті. Необхідні для цього питомі витрати для конкретних видів товару можуть бути визначені за наявними аналогічними товарами та їх проєктами або за теоретичними формулами. Коефіцієнти активного і пасивного використання товару визначаються за умовами його експлуатації.

На рис. 3.2 графічно наведено питомі витрати на одиницю споживчої корисності, зокрема лісовозних суден залежно від їх швидкості та водотоннажності. Ці дані одержані в результаті обробки за розглянутою вище методикою понад сотні проєктів лісовозних суден. З рисунка видно, що для заданої водотоннажності судна  $D$  існують оптимальна швидкість перевезень і відповідні їй питомі витрати на капіталовкладення і на експлуатацію судна.

Систему рівнянь (3.27) – (3.30) разом із графіками рис. 3.2 можна використовувати як для проєктування нових суден, так і для оптимізації режиму експлуатації вже побудованих. В обох випадках істотно



**Рис. 3.2.** Питомі витрати ( $10^5$  руб./тонно-миля — у цінах 1990 р.) на перевезення вантажу лісовозними суднами залежно від швидкості  $V$  у вузлах (вузол-миля за годину; миля = 1862 м) і водотоннажності судна  $D$  (дедвейту) в тоннах: 1 —  $D = 2300$  т; 2 —  $D = 3200$  т; 3 —  $D = 4000$  т; 4 —  $D = 5600$  т; 5 —  $D = 8200$  т;  $g_a$  — питомі капіталовкладення;  $g_\phi$  — питомі витрати на перевезення вантажу під час руху судна;  $g_n$  — питомі витрати перевезення вантажу під час стоянки судна (штрихові лінії)

те, що всі конструкції судна і його механізмів розглядаються як вантаж, який перевозиться судном разом з корисним вантажем, тобто в умовах руху судна. А це означає, що економіка судна істотно залежить від співвідношення корисного вантажу і сумарної ваги судна з корисним вантажем, тобто від коефіцієнта утилізації судна  $\eta_y$ . Аналогічне спостерігається й в економіці суспільного виробництва, де завжди існує певна споживча якість для людей (те, що вони споживають) і те, чим вона досягається.

### Запитання. Завдання

1. Охарактеризуйте види вартості продукції (товару).
2. У чому виявляється умова еквівалентності обміну товару?
3. Проаналізуйте залежність між ціною виробництва і ціною реалізації товару.
4. Чим визначаються суспільно необхідні витрати на виробництво товару?
5. Поясніть причину утворення виробничих скарбів в обміні товарів.
6. У чому полягає вартісний результат обміну товару?
7. Охарактеризуйте сутність моделі споживчих властивостей товару. Для чого вона потрібна?



# КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

## 4.1. Аналітичний метод одержання економічних показників

Економічні показники використовують для оцінки стану економіки з досліджуваного питання. У результаті багатовікової практики аналізу статистичних даних в галузі економіки дослідним шляхом вироблено показники, що характеризують різні аспекти господарювання і торгівлі. Такими показниками є норма прибутку на вкладений у виробництво чи в торгівлю капітал, витрати на одиницю продукції та її рентабельність, дохід на душу населення та ін. Здебільшого це валові показники, які повною мірою характеризують економічний результат, але не відображають хід економічних процесів.

### Сутність аналітичного методу

Виявлення універсальних економічних законів та їхній запис у вигляді диференціальних рівнянь дають змогу аналітичним шляхом одержати повну систему економічних показників і критеріїв, які всебічно характеризують як результат, так і динаміку економіко-виробничих процесів. Як відомо з механіки і фізики, будь-який процес, описуваний диференціальними рівняннями, багато в чому визначається коефіцієнтами при похідних. А для того щоб ці коефіцієнти і самі рівняння характеризували не тільки конкретні процеси, а й подібні, диференціальні рівняння повинні бути записані в безрозмірному вигляді.

Будь-яку величину можна подати у вигляді добутку деякої постійної та безрозмірної змінної величини, наприклад

$$A = A_0 A',$$

де  $A_0$  — постійна величина, яка має ту саму розмірність, що і величина  $A$ ;  $A'$  — безрозмірна величина, що визначає зміну величини  $A$ .

Застосовуючи такий спосіб, наприклад, рівняння збереження уречевленої та живої праці (2.9) можна записати у вигляді

$$\sum_{k=1}^3 \left( \mu_k \frac{dA'_k}{dt} + Z_k \frac{dC'_k}{dt} + M_k \frac{d\Omega'_k}{dt} \right) = h \frac{dT'_n}{dt} + \sum_{k=1}^3 b_k \frac{dB'_k}{dt}; \quad (4.1)$$

(k = 1, 2, 3)

$$\left( A' = A'_1 + A'_2 + A'_3 \right), \quad \mu_k = \frac{A_k}{A}, \quad Z_k = \frac{C_k}{A_k}, \quad M_k = \frac{\Omega_k}{A_k}, \quad h = \frac{T_n}{A}, \quad b_k = \frac{B_k}{A_k},$$

де

$\chi_k$  — група показників, що характеризують економічну структуру виробничих елементів;

$Z_k$  — група показників, що характеризують економічну структуру виробничих скарбів;

$\mu_k$  — група показників, що характеризують структуру економічних втрат;

$b_k$  — група показників, що характеризують економічну структуру припливу вартості ззовні до виробничої системи;

$h$  — норма додаткової вартості у виробничій системі.

Аналогічно можна одержати інші групи показників з рівнянь, що визначають процеси витрат праці та перенесення вартості на вироблені продукти. Показники, одержані з аналізу диференціальних рівнянь, які характеризують певні процеси і тільки їм властиві, є *основними показниками*.

Проте з показників однієї групи і показників декількох груп можна довільно утворювати інші показники. Наприклад, можна утворити суму показників ( $Z_k + b_k$ ), які водночас характеризують створення виробничих скарбів і приплив вартості ззовні. Такі комбіновані, або перетворені, показники називають *похідними показниками*.

## **Повна система показників, що характеризують економіку виробництва**

Повна система показників характеризує всю сукупність процесів у розв'язуваній задачі. Якщо якийсь із сукупності процесів не характеризується властивим йому показником, то система буде неповною. Повна система показників для виробничої системи загалом повинна містити всі показники, що характеризують сукупність процесів вит-

рат праці, перенесення вартості з виробничих елементів на вироблені продукти і збереження вартості у виробничій системі.

**Показники, що характеризують витрати праці.** Процес економічної праці, обумовлений рівняннями (2.1), (2.2), характеризується такою групою економічних показників:

1. *Норма затрат праці:*

$$N_{\tau} = \frac{T}{A_1} \quad (T = T_{\text{н}} + T_{\text{п}}), \quad (4.2)$$

де  $T$  — кількість праці, що дорівнює сумі маси уречевленої праці  $T_{\text{н}}$ , перенесеної на продукт із робочої сили, і маси емісії додаткової праці  $T_{\text{п}}$ ;  $A_1$  — кількість маси уречевленої праці, що міститься в робочій силі.

2. *Норма необхідної та додаткової праці:*

$$N_{\text{н}} = \frac{T_{\text{н}}}{T}; \quad N_{\text{п}} = \frac{T_{\text{п}}}{T} = 1 - N_{\text{н}}. \quad (4.3)$$

3. *Норма споживання праці:*

$$N_{\text{Б}} = \frac{B}{T}, \quad (4.4)$$

де  $B$  — кількість праці (уречевленої та живої), спожитої робочою силою в процесі праці, тобто у виробничому процесі.

4. *Норма часу праця, норма часу необхідної та додаткової праці:*

$$\zeta_{\tau} = \frac{t_{\tau}}{t}; \quad \zeta_{\text{н}} = \frac{t_{\text{н}}}{t_{\tau}}; \quad \zeta_{\text{п}} = \frac{t_{\text{п}}}{t_{\tau}} = 1 - \zeta_{\text{н}}, \quad (4.5)$$

де  $t_{\tau}$ ,  $t_{\text{н}}$ ,  $t_{\text{п}}$  — відповідно час праці, час необхідної та додаткової праці;  $t$  — поточний час у системі координат.

Прикладами утворення похідних показників можуть бути показники норми затрат необхідної праці:

$$N_{\text{тн}} = \frac{T_{\text{н}}}{A_1} = N_{\tau} N_{\text{н}}$$

і норми затрат додаткової праці:

$$N_{\text{тп}} = \frac{T_{\text{п}}}{A_1} = N_{\tau} N_{\text{п}}.$$

При цьому

$$N_{\text{тн}} + N_{\text{тп}} = N_{\tau}, \quad \text{оскільки } N_{\text{н}} + N_{\text{п}} = 1.$$

**Показники, що характеризують процес перенесення праці на вироблені продукти.** Процес перенесення праці, обумовлений рівнянням (2.6), характеризується такою групою економічних показників:

1. *Частка продукту в сукупному продукті:*

$$z_l = \frac{\Pi_l}{\Pi}; \quad \Pi = \sum_{l=1}^3 \Pi_l \quad (l = 1, 2, 3), \quad (4.6)$$

де  $\Pi_l$  — вартість продукту  $l$ -го виду; для продукту робоча сила  $l = 1$ ; продукту знаряддя праці  $l = 2$ ; продукту предмет праці  $l = 3$ .

2. *Показники, що характеризують частку виробничих елементів у вартості вироблених продуктів:*

$$e_{kl} = \frac{V_{kl}t}{\Pi_l} \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (4.7)$$

де  $V_{kl}$  — швидкість перенесення маси уречевленої праці з  $k$ -х виробничих елементів на  $l$ -й продукт.

Таких показників 9:

- частка вартості живої праці в продукті робоча сила:

$$e_{11} = \frac{V_{11}t}{\Pi_1};$$

- частка вартості знарядь праці в продукті робоча сила:

$$e_{21} = \frac{V_{21}t}{\Pi_1};$$

- частка вартості предмета праці в продукті робоча сила:

$$e_{31} = \frac{V_{31}t}{\Pi_1};$$

- частка вартості живої праці в продукті знаряддя праці:

$$e_{12} = \frac{V_{12}t}{\Pi_2};$$

- частка вартості знарядь праці в продукті знаряддя праці:

$$e_{22} = \frac{V_{22}t}{\Pi_2};$$

- частка вартості предмета праці в продукті знаряддя праці:

$$e_{32} = \frac{V_{32}t}{\Pi_2};$$

- частка вартості робочої сили в продукті предмет праці:

$$e_{13} = \frac{V_{13}t}{\Pi_3};$$

- частка вартості знарядь праці в продукті предмет праці:

$$e_{23} = \frac{V_{23}t}{\Pi_3};$$

- частка вартості предмета праці в продукті предмет праці:

$$e_{33} = \frac{V_{33}t}{\Pi_3}.$$

**Показники, що характеризують вартісну структуру виробничої системи.** Сюди належать групи показників, які визначають відповідно до рівняння (2.9) процеси збереження вартості у виробничій системі.

1. *Група показників, що характеризують вартісну структуру виробничих елементів як відношення кожного з них та їх частин до їх загальної вартості:*

$$ч_k = \frac{A_k}{A}; \quad ч_{kl} = \frac{A_{kl}}{A_k}; \quad A = \sum_{k=1}^3 A_k; \quad A = \sum_{k=1}^3 A_{kl} \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (4.8)$$

де  $A_k, A_{kl}$  — вартість  $k$ -го виробничого елемента і його  $l$ -ї частини, призначеної для виробництва  $l$ -го продукту.

2. *Група показників, що характеризують вартісну структуру виробничих скарбів у вигляді частин відповідних виробничих елементів:*

$$Z_k = \frac{C_k}{A_k}; \quad C_{kl} = \frac{C_{kl}}{A_{kl}}; \quad C_k = \sum_{l=1}^3 C_{kl} \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (4.9)$$

де  $C_k, C_{kl}$  — вартість виробничих скарбів  $k$ -х виробничих елементів та їх  $l$ -х частин.

3. *Група показників, що характеризують структуру прибутково-сті виробництва:*

$$h = \frac{T_{\Pi}}{A}; h_l = \frac{T_{\Pi l}}{A_l}; A_l = \sum_{k=1}^3 A_{kl}; A = \sum_{k=1}^3 A_k \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (4.10)$$

де  $T_{\Pi l}$ ,  $T_{\Pi}$  — кількість додаткової вартості, що утвориться при виробництві  $l$ -го продукту й у виробничій системі в цілому.

Показники (4.10) становлять відносний приріст вартості виробничих елементів за рахунок додаткової праці. За змістом їм близька норма прибутку на вкладений у виробництво капітал. Але їхня істотна відмінність у тому, що показники (4.10) визначаються за повною вартістю всіх трьох виробничих елементів, у тому числі й усією вартістю робочої сили, а не тільки за оплатою її праці під час роботи, як це здійснюється у практиці при визначенні норми прибутку на виробничий капітал.

4. Група показників, що характеризують вартісну структуру припливу вартості до виробничих елементів та їхніх частин:

$$b_k = \frac{B_k}{A_k}; b_{kl} = \frac{B_{kl}}{A_{kl}}; B_k = \sum_{l=1}^3 B_{kl} \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (4.11)$$

де  $B_k$ ,  $B_{kl}$  — приплив вартості ззовні до  $k$ -х виробничих елементів і до їх  $l$ -х частин.

5. Група показників, що характеризують структуру економічних втрат щодо вартості виробничих елементів та їх частин:

$$m_k = \frac{\Omega_k}{A_k}; m_{kl} = \frac{\Omega_{kl}}{A_{kl}}; \Omega_k = \sum_{l=1}^3 \Omega_{kl} \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (4.12)$$

де  $\Omega_k$ ,  $\Omega_{kl}$  — втрати вартості  $k$ -ми виробничими елементами та їх  $l$ -мі частинами.

Економічні показники (4.2) – (4.12), одержані аналітичним шляхом, є повною системою показників. Вони характеризують на макро- і мікрорівнях всі економічні процеси виробництва та його можливих станів, а також життєздатність і дїездатність виробництва, його соціальну корисність і патологію.

## 4.2. Показники і критерії, що характеризують функціонування виробництва

### Показники і критерії життєздатності виробництва

Найважливіша властивість кожної системи, в тому числі й виробничої малого чи великого масштабу, — це *життєздатність*. Без неї система приречена на деградацію і загибель. Ознакою життєздатності будь-якої системи є здатність збільшувати або хоча б зберігати незмінною властивість, що характеризує її як життєздатну систему. Для виробництва такою ознакою є величина виробничих елементів, в економічному значенні — їхня вартість.

Отже, виробництво економічно життєздатне тоді й тільки тоді, коли виконується умова вартісного відтворення виробничих елементів, що математично визначається так:

$$\sum_{k=1}^3 \frac{dA_k}{dt} \geq 0 \quad (k=1,2,3), \quad (4.13)$$

де  $A_k$  — вартість  $k$ -х виробничих елементів: робочої сили вартістю  $A_1$ ; знарядь праці вартістю  $A_2$  і предметів праці  $A_3$ .

З урахуванням рівняння збереження вартості (2.9) умова (4.13) виглядатиме так:

$$\frac{dT_{\Pi}}{dt} + \sum_{k=1}^3 \left( \frac{dB_k}{dt} - \frac{dC_k}{dt} \right) \geq \sum_{k=1}^3 \frac{d\Omega_k}{dt} \quad (k=1,2,3). \quad (4.14)$$

З нерівності (4.14) видно, що життєздатність виробництва може забезпечуватися, по-перше, за рахунок додаткової праці  $T_{\Pi}$ ; по-друге — за рахунок додатного припливу вартості ззовні  $B_k$ ; по-третє — за рахунок накопичених виробничих скарбів  $C_k$ . Економічні втрати  $\Omega_k$  і відтік вартості назовні ( $B_k < 0$ ) природно знижують життєздатність виробництва.

Використовуючи спосіб визначення безрозмірних показників за диференціальним рівнянням, умову життєздатності (4.14) можна записати у вигляді безрозмірного критерію життєздатності виробництва.

$$G = h + Z + b - m \geq 0,$$

$$\text{де } Z = \sum_{k=1}^3 \chi_k Z_k; \quad b = \sum_{k=1}^3 \chi_k b_k; \quad m = \sum_{k=1}^3 \chi_k m_k \quad (k = 1, 2, 3). \quad (4.15)$$

Формули для визначення економічних показників, що характеризують приріст вартості у виробничій системі —  $h$ , приріст виробничих скарбів —  $Z_k$ , структуру виробничих елементів —  $\chi_k$  і економічні втрати —  $m_k$ , наведено в позначеннях до рівняння збереження вартості (2.9).

Отже, якщо критерій  $G > 0$ , то позитивні фактори відтворення всіх трьох виробничих елементів перевершують негативні фактори, і виробництво життєздатне. Якщо критерій  $G < 0$ , то перевершують негативні фактори, і виробництво нежиттєздатне.

## Показники і критерії дієздатності виробництва

Виробництво, як і живий організм, може бути якоюсь мірою життєздатним, наприклад за рахунок припливу вартості ззовні, але в водночас частково або повністю недієздатним, що в кінцевому рахунку може призвести до повної втрати і життєздатності. Дієздатність виробництва визначається органічною структурою виробничих елементів, наявністю запасів, а також взаємодією із зовнішнім середовищем, наприклад з партнерами по виробництву і збуту продукції. Відповідно вона визначається тими показниками, що характеризують структуру виробничих елементів та їх співвідношення з прибутковістю виробництва, з наявними виробничими скарбами, можливими втратами і, звичайно, із припливом вартості ззовні.

Виробнича система тоді дієздатна, коли співвідношення вартості та виробничих елементів відповідає дієздатній технічній структурі виробництва, тобто

$$A_k = A_k^D; \quad A = A^D = \sum_{k=1}^3 A_k^D \quad (k = 1, 2, 3) \quad (4.16)$$

або

$$\chi_k = \chi_k^D; \quad \sum_{k=1}^3 \chi_k = \sum_{k=1}^3 \chi_k^D = 1 \quad (k = 1, 2, 3); \quad (4.17)$$

$$\chi_k = \frac{A_k}{A}; \quad \chi_k^D = \frac{A_k^D}{A^D} \quad (k = 1, 2, 3),$$

де  $A_k^D$  — вартість  $k$ -х виробничих елементів у дієздатній економічній структурі виробництва.



Оскільки будь-який стан виробничої системи має певний запас стійкості, то дієздатна структура виробництва зберігається в деяких межах зміни його вартісної структури:

$$\chi_k^* \leq \chi_k^D \leq \chi_k^{**} \quad (k = 1, 2, 3), \quad (4.18)$$

де  $\chi_k^*$ ,  $\chi_k^{**}$  — нижня і верхня межі співвідношення вартості виробничих елементів, за яких виробнича система зберігає свою дієздатність.

Для визначення меж (4.18) можливої зміни вартості виробничих елементів, за яких зберігається дієздатність виробництва, потрібно ставити і вирішувати спеціальні економіко-виробничі завдання, що є предметом дослідження нової науки, яка тільки зароджується, — економічної патології виробництва. На практиці дієздатність виробництва досягається методом проб і помилок. Використовуючи показники (4.17), можна аналізувати структуру дієздатних виробничих систем і поліпшувати вартісну структуру недієздатного виробництва.

Вартісна ж структура виробництва залежить від розподілу додаткової вартості між виробничими елементами, що можна простежити за рівнянням збереження вартості, записавши його в такому вигляді:

$$\delta A_k + \delta C_k + \delta \Omega_k = \alpha_k (\delta T_{\Pi} + \delta B_k) \quad (k = 1, 2, 3);$$

або

$$\frac{\delta \chi_k}{\chi_k} + \delta Z_k + \delta \mu_k = \alpha_k \left( \frac{\delta h}{\chi_k} + \delta b_k \right) \quad (k = 1, 2, 3), \quad (4.19)$$

де  $\alpha_k$  — коефіцієнт розподілу додаткової вартості за виробничими елементами. Формули для визначення економічних показників, що характеризують приріст вартості у виробничій системі —  $h$ , приріст виробничих скарбів —  $Z_k$ , структуру виробничих елементів —  $\chi_k$  та економічні втрати —  $\mu_k$ , наведено в позначеннях до рівняння збереження вартості (4.1).

Зіставлення критерію життєздатності виробництва (4.15) із критеріями його дієздатності (4.17), (4.18) і рівнянням (4.19) свідчить, що життєздатність виробництва залежить від величини одержуваної всередині його або ззовні додаткової вартості, а дієздатність — від її розподілу за виробничими елементами. Прикладами порушення життєздатності виробництва є банкрутства підприємств, а порушення дієздатності виробництва — енергетична криза, за якої через неправильний розподіл прибутку між галузями недостатньо виробляється пального і зупиняються цілком життєздатні підприємства.

Причиною недієздатності підприємства може бути також недостатня кількість кваліфікованих працівників через низьку оплату праці.

## Показники і критерії соціальної корисності виробництва

Виробництво може бути життєздатним і дієздатним, але при цьому мало корисним для людей. Його корисність визначається здатністю виконувати призначену йому функцію — задовольняти матеріальні потреби людей. Отже, корисність виробництва повинна визначатися співвідношенням трьох видів вироблених продуктів (4.6): продукту робоча сила  $\Pi_1$ ; продукту знаряддя праці  $\Pi_2$ ; продукту предмет праці  $\Pi_3$ . Оскільки людьми безпосередньо споживається усе, що затрачується при виробництві продукту робоча сила  $\Pi_1$ , то соціальна корисність виробництва характеризується часткою продукту робоча сила в сукупному суспільному продукті:

$$z_1 = \frac{\Pi_1}{\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3}. \quad (4.20)$$

Показник (4.20) визначає “невиробниче” споживання суспільного продукту. Чим воно більше, тим більше користі людям від виробництва. Але потрібно відтворювати і засоби виробництва. Тому необхідно виробляти продукти  $\Pi_2$  і  $\Pi_3$ , сумарна частка яких у суспільному продукті становитиме.

$$z_{23} = \frac{\Pi_2 + \Pi_3}{\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3} = 1 - z_1. \quad (4.21)$$

Показник (4.21) визначає виробниче споживання суспільного продукту, і чим воно більше, тим менше користі людям від виробництва, тому що вони повинні затрачувати багато праці на відтворення засобів виробництва. Показники (4.20), (4.21) є спряженими, тому що їх сума дорівнює одиниці.

Виробництво і споживання трьох видів продуктів залежать від величини використовуваних виробничих елементів. Відповідно структура або співвідношення вироблених продуктів залежить від структури або співвідношення виробничих елементів. Тому соціальна корисність суспільного виробництва характеризується ще часткою тієї частини виробничих елементів, яка бере участь у відтворенні робочої сили.

$$\chi_B = \frac{A_B}{A} \quad (A_B = A_{11} + A_{21} + A_{31}), \quad (4.22)$$

де

$$A = \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^3 A_{kl} \quad (k, l = 1, 2, 3).$$

Спряженим з показником (4.22) є показник, що визначає частку тих виробничих елементів, що беруть участь у відтворенні знарядь праці та предмета праці:

$$\chi_A = \frac{A - A_B}{A} = 1 - \chi_B. \quad (4.23)$$

Показник (4.23) характеризує технічність виробництва. Чим він більший, тим вищі озброєність праці та матеріаломісткість виробництва. Але чим більший показник  $\chi_A$ , тим менший показник  $\chi_B$ , що характеризує соціальну корисність виробництва.

Показник (4.22), по суті, є своєрідним ККД такої машини, як суспільне виробництво. Справді, виробництво потрібне тільки для того, щоб виробляти продукт  $P_1$ . Для цього необхідні виробничі елементи  $A_B$ . Інша частина виробничих елементів потрібна лише остільки, оскільки без неї не можна обійтися.

Очевидно, що чим нижча озброєність праці, тим вища корисність виробництва як за часткою споживання виробленого продукту (4.20), так і за структурою виробничих елементів (4.22). У первісних людей обидва ці показники були близькі до одиниці. Але чим нижчі два інших сполучених з ними показники (4.21) і (4.23), тим важча і менш продуктивна праця. Тому з розвитком економіки кількість засобів виробництва в їх абсолютному і відсотковому значенні постійно зростає. Відповідно соціальна корисність, або ККД, суспільного виробництва зменшується, хоча абсолютна величина матеріальних благ з розвитком виробництва зростає. Причому не будь-яке зростання засобів виробництва сприяє полегшенню праці та збільшенню виробництва матеріальних благ.

Отже, *оптимальними показники корисності виробництва будуть тоді, коли споживані людьми продукти вироблятимуться мінімально можливою, але достатньою кількістю засобів виробництва на даному рівні науково-технічного розвитку.*

Рівнем цих показників повинні визначатися соціальна спрямованість і технічна політика розвитку виробництва. Приклад значень показників розподілу вироблених продуктів за сферами відтворення виробничих елементів в Україні в 1960–1990 рр. наведено у табл. 4.1.

Таблиця. 4.1

**Розподіл вироблених продуктів між трьома сферами відтворення в Україні (1960–1990 рр.), %**

Продукт	Сфера відтворення	1960 р.	1975 р.	1990 р.
Робоча сила, $\Pi_1$ , 100 %	Робочої сили, $A_1$	16	24	29
	Знарядь праці, $A_2$	42	38	34
	Предмета праці, $A_3$	42	38	37
Знаряддя праці, $\Pi_2$ , 100 %	Робочої сили, $A_1$	48	32	43
	Знарядь праці, $A_2$	24	34	26
	Предмета праці, $A_3$	28	34	31
Предмет праці, $\Pi_3$ , 100 %	Робочої сили, $A_1$	9	16	22
	Знарядь праці, $A_2$	44	40	30
	Предмета праці, $A_3$	47	46	48

## Показники і критерії патології виробництва

Дослідження не тільки кризових явищ та причин їх виникнення, а й патології загалом в економіці виробництва перебувають на стадії постановки наукової проблеми. Для її вирішення необхідне розв'язання трьох завдань:

- 1) визначення ознак насамперед нормального стану економіки виробництва;
- 2) визначення ознак патологічних відхилень від нормального стану економіки виробництва в динаміці його розвитку;
- 3) визначення ознак кризового стану економіки виробництва.

Отримана аналітичним шляхом повна система економічних показників (див. тему 4.1) дає змогу вирішити всі ці завдання.

Нормальний стан економіки визначається критеріями життєздатності виробництва (4.15), його дієздатності (4.17), (4.18) та соціальної корисності (4.20), (4.22). Негативні відхилення цих показників від їх нормального чи запланованого оптимального значення і будуть патологічними ознаками погіршення економічного стану виробництва.

Патологія економіки за ознакою життєздатності виробництва визначається зміною знака на зворотний у критерії життєздатності виробництва, коли

$$G = h + Z + b - m < 0, \quad (4.24)$$

$$\text{де } Z = \sum_{k=1}^3 \varphi_k z_k; \quad b = \sum_{k=1}^3 \varphi_k b_k; \quad \mu = \sum_{k=1}^3 \varphi_k m_k \quad (k = 1, 2, 3);$$

$$h = \frac{T_{\text{п}}}{A}; \quad b_k = \frac{B_k}{A_k}; \quad z_k = \frac{C_k}{A_k}; \quad m_k = \frac{\Omega_k}{A_k}; \quad \varphi_k = \frac{A_k}{A}; \quad A = \sum_{k=1}^3 A_k \quad (k = 1, 2, 3).$$

$A_k, C_k, \Omega_k, B_k$  — відповідно вартість виробничих елементів, виробничих скарбів, втрат і припливу вартості ззовні  $k$ -го виду;  $T_{\text{п}}$  — додаткова вартість.

Патологія щодо життєздатності виробництва може бути наслідком недостатньої його прибутковості  $h$ , надмірного зростання виробничих скарбів  $C_k$  та економічних втрат  $\Omega_k$ , а також відтоку вартості назовні ( $B_k < 0$ ). При цьому виробничі скарби повинні розглядатися як “розширювальний бачок” виробничих елементів у вартісному визначенні, але за умови можливості введення їх у дію.

Патологія життєздатності прямо пов’язана з патологією дієздатності виробництва, прояв якої визначається умовами.

$$\varphi_k < \varphi_k^*; \quad \varphi_k^* = \varphi_k^D (1 - d_k) \quad (k = 1, 2, 3); \quad (4.25)$$

$$\varphi_k > \varphi_k^{**}; \quad \varphi_k^{**} = \varphi_k^D (1 + d_k) \quad (k = 1, 2, 3), \quad (4.26)$$

де  $\delta_k$  — допустимі вартісні відхилення  $k$ -х виробничих елементів від дієздатної структури виробничої системи (див. с. 72–73).

Порушення дієздатності виробництва — це вихід за межі дієздатної структури виробничих елементів і зовні може виявлятися в порушенні кінематичних балансів структурних частин виробничих елементів. Прикладом може бути невідповідність, що спостерігається часто в сільському господарстві, між наявною кількістю працівників, оброблюваною землею та комплектів сільськогосподарської техніки. Недостатня кількість працівників призводить до простою техніки, нестача техніки порушує технологію оброблювання землі. Надлишок працівників і техніки зумовлює нераціональне їх використання. Причиною тому, як і за патології життєздатності виробництва, можуть бути недостатня прибутковість виробництва, неправильний розподіл прибутку між виробничими елементами, надмірний приріст вироб-

ничих скарбів і надмірний відтік вартості назовні. Патологія життєздатності виявляється в захворюванні виробничого організму в цілому, а патологія дієздатності виробництва — його окремих виробничих елементів.

Патологія за ознакою соціальної корисності виробництва визначається патологічними відхиленнями від раціональних значень показників розподілу вироблених продуктів та економічної структури виробництва:

$$z_1 \geq z_1^{\text{opt}}; \quad z_1 = \frac{\Pi_1}{\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3}. \quad (4.27)$$

$$ч_B \geq ч_B^{\text{opt}}; \quad (4.28)$$

$$ч_B = \frac{A_{11} + A_{21} + A_{31}}{A}; \quad A = \sum_{k=1}^3 A_k \quad (k=1,2,3).$$

Оптимальні значення соціальної корисності виробництва (4.27) і (4.28) потрібно визначати разом з врахуванням природної “вікової” їх зміни внаслідок науково-технічного і соціального розвитку виробництва.

## **Критерії спаду і кризових станів виробництва**

Ознакою відсутності чи наявності кризових явищ в економіці є напрямок швидкості в процесі відтворення виробничих елементів:

$$V_k = \frac{dA_k}{dt} \geq 0 \quad (k=1,2,3),$$

де  $A_k$  — вартість виробничих елементів.

За додатної швидкості відтворення  $k$ -го виробничого елемента кризи немає, а за від’ємної є. Тому кризі завжди передує спад виробництва, або зменшення швидкостей зростання певних виробничих елементів. При цьому змінюються з додатних на від’ємні знаки приростів:

$$w_k = \frac{d^2 A_k}{dt^2} < 0 \quad (k=1,2,3); \quad V_k = \frac{dA_k}{dt} > 0, \quad (4.29)$$

а потім і швидкостей зростання вартісної величини виробничих елементів.

$$V_k = \frac{dA_k}{dt} < 0 \quad (k = 1, 2, 3). \quad (4.30)$$

Якщо умови (4.29), (4.30) виконуються не для всіх, а лише для деяких виробничих елементів, то спад чи криза не є загальними. Умовою загального спаду чи економічної кризи є

$$\sum_{k=1}^3 w_k < 0 \quad (k = 1, 2, 3); \quad \sum_{k=1}^3 V_k > 0; \quad (4.31)$$

$$\sum_{k=1}^3 V_k < 0 \quad (k = 1, 2, 3). \quad (4.32)$$

Залежно від сполучення умов (4.29), (4.32) можна класифікувати кризові стани виробничої системи:

1. *Спад чи криза у відтворенні окремих частин виробничих елементів.* У цьому випадку у відтворенні кожного виробничого елемента (робочої сили, знарядь праці та предмета праці) за наявності негативних переважають позитивні процеси.

$$w_{kl} = \frac{d^2 A_{kl}}{dt^2} \geq 0; \quad w_k > 0; \quad w_k = \sum_{l=1}^3 w_{kl} > 0 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$

$$V_{kl} \geq 0; \quad V_k > 0; \quad V_k = \sum_{l=1}^3 V_{kl} > 0 \quad (k, l = 1, 2, 3),$$

де  $A_{kl}$  — вартість  $l$ -х частин  $k$ -х виробничих елементів.

2. *Спад чи криза у відтворенні окремих виробничих елементів:*

$$w_k \geq 0; \quad \sum_{k=1}^3 w_k > 0 \quad (k = 1, 2, 3);$$

$$V_k \geq 0; \quad \sum_{k=1}^3 V_k > 0 \quad (k = 1, 2, 3).$$

У цьому випадку негативні процеси переважають тільки у відтворенні деяких із трьох виробничих елементів. Загалом зберігається перевага позитивних процесів.

3. *Спад чи криза у відтворенні виробничих елементів в цілому:*

$$\sum_{k=1}^3 w_k < 0; \quad w_k \geq 0 \quad (k = 1, 2, 3);$$

$$\sum_{k=1}^3 V_k < 0; \quad V_k \geq 0 \quad (k = 1, 2, 3).$$

У цьому випадку позитивні процеси зберігаються лише у відтворенні деяких виробничих елементів. Загалом переважають негативні процеси, тобто має місце загальний спад чи загальна криза виробництва. Найгіршим варіантом є загальний спад, або загальна економічна криза, коли

$$w_{kl} < 0; \quad V_{kl} < 0 \quad (k, l = 1, 2, 3).$$

У цьому разі негативні процеси мають місце у відтворенні всіх дев'яти частин виробничих елементів.

### **Запитання. Завдання**

1. У чому відмінність аналітичного методу визначення економічних показників від емпіричного?
2. Яка система показників є повною?
3. Охарактеризуйте показники витрат праці.
4. Які показники визначають процес перенесення вартості на вироблений продукт?
5. Якими показниками характеризуються дієздатність і життєздатність виробництва?
6. Проаналізуйте показники економічної патології виробництва.
7. Що є критерієм кризового стану виробництва?
8. Якими показниками характеризується соціально-економічна корисність виробництва?



# МОДЕЛЬ САМОРЕГУЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІКОЮ ВИРОБНИЦТВА

## 5.1. Математична модель управління розвитком суспільного виробництва

### Постановка задачі управління відтворенням

Виходячи з моделі кругообороту виробничих елементів, задачу управління відтворенням для виробничої системи загалом можна сформулювати так:

*Відтворення всіх трьох виробничих елементів (робочої сили, знарядь і предмета праці) на заданому проміжку часу повинне підпорядковуватися досягненню наперед заданого (проектованого) результату.*

Проектованими результатами для виробничої системи можуть бути:

1. *Зміна економічної структури виробництва з наперед заданим приростом показника соціальної корисності суспільного виробництва:*

$$\delta c_B(t) = c_B(t) - c_B(t_0) = -\delta c_A \quad (c_B = \frac{A_B}{A} = 1 - c_A), \quad (5.1)$$

де  $A_B = \sum_{k=1}^3 A_{k1}$ ;  $A = \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^3 A_{kl}$  ( $k, l = 1, 2, 3$ ),

$A_{kl}$  — вартість  $k$ -х виробничих елементів у сфері відтворення робочої сили;  $A_{kl}$  — вартість  $k$ -х виробничих елементів у  $l$ -х сферах відтворення;  $A$  — сумарна вартість усіх трьох виробничих елементів у трьох сферах відтворення.

2. *Заданий приріст величини продуктів і послуг невиробничого споживання для підвищення матеріального забезпечення людей:*

$$dB(t) = B(t) - B(t_0), \quad (5.2)$$

де  $B(t_0)$ ,  $B(t)$  — вартість початкового і поточного невиробничого споживання самою робочою силою.

3. *Заданий приріст валового продукту:*

$$d\Pi(t) = \Pi(t) - \Pi(t_0) \quad (\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3), \quad (5.3)$$

де  $\Pi(t_0)$ ,  $\Pi(t)$  — вартість початкового і поточного сумарного продукту у всіх трьох сферах відтворення;  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$  — вартість продукту відповідно у сферах відтворення робочої сили, знарядь праці та предмета праці.

4. *Заданий приріст основного капіталу:*

$$dA_2(t) = A_2(t) - A_2(t_0) \quad (A_2 = A_{21} + A_{22} + A_{23}), \quad (5.4)$$

де  $A_2(t)$ ,  $A_2(t_0)$  — вартість знарядь праці у всіх трьох сферах відтворення;  $A_{21}$ ,  $A_{22}$ ,  $A_{23}$  — вартість знарядь праці відповідно у сферах відтворення робочої сили, знарядь праці та предмета праці.

5. *Заданий приріст прибутковості виробництва у сферах відтворення та виробничій системі загалом:*

$$dh_l(t) = h_l(t) - h_l(t_0); \quad dh(t) = \sum_{l=1}^3 h_l(t) \quad (l = 1, 2, 3), \quad (5.5)$$

де  $h_l(t_0)$ ,  $h_l(t)$  — початкова і поточна норми прибутку у сферах відтворення робочої сили ( $l = 1$ ), знарядь праці ( $l = 2$ ), і предмета праці ( $l = 3$ ).

Отже, для досягнення певних цілей може бути визначений необхідний результат відтворення. Наступна постановка задачі дасть змогу визначити засоби досягнення проектованого результату. Але потрібно мати на увазі, що підпорядкування процесу відтворення розв'язанню окремої задачі може спричинити однобокий розвиток суспільного виробництва, що не тільки не сприятиме, а й протидіятиме досягненню поставленої мети. Наприклад, підпорядкування відтворення досягненню невиробничого споживання (5.2) за рахунок приросту засобів виробництва може призвести до зменшення ККД виробничої системи, до зниження прибутковості й інших небажаних результатів. Саме це і трапилося в колишньому СРСР наприкінці 80-х років.

Розв'язання часткових завдань доречно в тому випадку, коли на невеликому проміжку часу потрібно усунути негативні й підсилити

позитивні фактори у певних сферах відтворення. Наприклад, збільшення невиробничого споживання буде позитивним за сталості засобів виробництва, якщо сфери відтворення знарядь праці та предмета праці набагато перевищать сферу відтворення робочої сили. Підпорядкування відтворення приросту основного капіталу (5.4) чи підвищенню прибутковості в одній зі сфер відтворення (5.5) може бути необхідним для “підтягування” відсталих галузей.

Комплексним і тому кращим результатом відтворення є досягнення заданого приросту показника соціально-структурної корисності (5.1) суспільного виробництва з метою оптимізації виробничої системи загалом.

$$ч_{\text{Б}}(A, \Pi, t) = \text{opt}; \quad \text{при} \quad A - A_{\text{Б}} = \text{min}; \quad \text{Б} = \text{max}; \quad \text{Б} \leq \text{Б}^*, \quad (5.6)$$

де  $\text{Б}^*$  — максимально повне споживання учасниками виробництва.

Визначення (5.6) означає, що потрібний результат, яким у даному разі є максимум невиробничого споживання, повинен досягатися мінімальною кількістю засобів виробництва шляхом оптимізації економічної структури усєї виробничої системи. Для цього функцію управління відтворенням у загальному вигляді можна записати так:

$$F(t) = F[\beta_{kl}(t), b_{kl}(t), Z_{kl}(t), t_{\text{T}}(t), y_i(t)] \quad (5.7)$$

$$(0 \leq \beta_{kl} \leq 1), \quad (k, l = 1, 2, 3) \quad (i = 1, 2, \dots, I), \quad t_{\text{T}} = t_{\text{H}} + t_{\text{П}},$$

де

$\beta_{kl}$  — коефіцієнти розподілу вироблених  $l$ -х продуктів між  $k$ -ми виробничими елементами у всіх трьох сферах відтворення;

$b_{kl}, Z_{kl}$  — коефіцієнти розподілу  $k$ -х видів припливу вартості ззовні та виробничих скарбів між  $l$ -ми сферами відтворення;

$t_{\text{T}}, t_{\text{H}}, t_{\text{П}}$  — відповідно тривалість праці, час необхідної та час додаткової праці;

$y_i$  — економіко-технічні параметри, що впливають на процеси відтворення. До них, наприклад, належать параметри, що визначають швидкість перенесення вартості з виробничих елементів на вироблені продукти: термін придатності виробів, час працездатності працівників та ін.

З урахуванням функції управління (5.7) задачу відтворення в загальному вигляді можна сформулювати так [1, 2]:

$$\left. \begin{aligned} (A, \Pi, T) &= F[\mathbf{B}_{kl}(t), b_{kl}(t), Z_{kl}(t), t_\tau(t), y_i(t)] \\ A &= A(A_0, \Pi, B, C, \Omega, t) \\ \Pi &= \Pi(A, T, t) \\ T &= T(A_1, B, t_\tau, t), \end{aligned} \right\} \quad (5.8)$$

де

$$A = [A_{kl}]; \quad A_{kl} = \mathbf{a}_{kl} A_k; \quad A_k = \sum_{j=1}^J A_{kj}; \quad \sum_{l=1}^3 \mathbf{a}_{kl} = 1.$$

$$(k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J);$$

$$\Pi = [\Pi_{kl}]; \quad \Pi_{kl} = \mathbf{b}_{kl} \Pi_l; \quad \Pi_l = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \mathbf{b}_{lji} \Pi_{ji}; \quad \sum_{l=1}^3 \mathbf{b}_{kl} = 1.$$

$$(0 \leq \mathbf{b}_{kl} \leq 1); \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J), \quad (i = 1, 2, \dots, I);$$

$$B = [B_{kl}]; \quad B_{kl} = b_{kl} B_k; \quad B_k = \sum_{j=1}^J B_{kj}; \quad \sum_{l=1}^3 b_{kl} = 1.$$

$$(k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J);$$

$$C = [C_{kl}]; \quad C_{kl} = Z_{kl} C_k; \quad C_k = \sum_{j=1}^J C_{kj}; \quad \sum_{l=1}^3 Z_{kl} = 1.$$

$$(k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J);$$

$$\Omega = [\Omega_{kl}]; \quad \Omega_{kl} = \mathbf{m}_{kl} \Omega_k; \quad \Omega_k = \sum_{j=1}^J \Omega_{kj}; \quad \sum_{l=1}^3 \mathbf{m}_{kl} = 1.$$

$$(k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J),$$

$$t_\tau = t_n + t_p; \quad (t_\tau)_{\text{opt}} \leq t_\tau \leq (t_\tau)_{\text{пр}};$$

де

$(t_\tau)_{\text{пр}}$  — гранично допустимий час праці;

$(t_\tau)_{\text{opt}}$  — оптимальний час праці за умовами соціально-біологічного розвитку людини;

$\mu_{kl}$  — коефіцієнти  $k$ -х видів втрат вартості в  $l$ -х сферах відтворення;

$\beta_{lji}$  — коефіцієнти належності  $i$ -й продукції  $\Pi_{ji}$ , виробленої  $j$ -м підприємством, до  $l$ -го виду продукту;

$B_{lj}$  — приплив вартості ззовні  $i$ -го виду до  $j$ -го підприємства;

$C_{kj}, \Omega_{kj}$  — виробничі scarби і втрати вартості  $k$ -х виробничих елементів на  $j$ -му підприємстві.

У загальному випадку задача управління відтворенням зводиться до управління *кругооборотом виробничих елементів* для того, щоб вони в кожен заданий момент досягали наперед заданої вартісної величини як усі разом, так і окремо. У цьому полягає сутність управління відтворенням.

## Кількісне вираження політики відтворення

Результат відтворення відповідно до постановки задачі у попередньому параграфі визначається функцією управління (5.7), параметри якої можна поділити на три групи:

- 1) економічні параметри, що визначають розподіл структурних елементів виробничої системи за сферами відтворення робочої сили, знарядь праці та предмета праці;
  - 2) часові параметри, що визначають тривалість процесу праці у трьох сферах відтворення;
  - 3) економіко-технічні параметри, що визначають характер і тривалість процесів перенесення вартості з виробничих елементів на вироблені продукти в трьох сферах відтворення.
- Керуючими параметрами першої групи є:

- коефіцієнти розподілу вироблених трьох видів продуктів, вартість яких дорівнює  $\Pi_k$ , між трьома  $l$ -ми сферами відтворення:

$$v_{kl} = \frac{\Pi_{kl}}{\Pi_l}; \quad (0 \leq v_{kl} \leq 1); \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1. \quad (5.9)$$

$$\Pi_l = \sum_{i=1}^I v_{lji} \Pi_{ji}; \quad 0 \leq v_{lji} \leq 1;$$

$$(k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J), \quad (i = 1, 2, \dots, I_j);$$

- коефіцієнти розподілу трьох видів припливу ззовні вартості  $B_k$  між трьома  $l$ -ми сферами відтворення або їх відтоку назовні зі сфер відтворення:

$$b_{kl} = \frac{B_{kl}}{B_k} \quad (0 \leq b_{kl} \leq 1); \quad (5.10)$$

$$B_k = \sum_{j=1}^J B_{kj}; \quad \sum_{l=1}^3 b_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J);$$

- коефіцієнти розподілу виробничих елементів вартістю  $A_k$  між трьома  $l$ -ми сферами відтворення:

$$c_{kl} = \frac{A_{kl}}{A_k}; \quad (0 \leq c_{kl} \leq 1); \quad (5.11)$$

$$A_k = \sum_{j=1}^J A_{kj}; \quad \sum_{l=1}^3 c_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J);$$

- коефіцієнти розподілу трьох видів виробничих скарбів вартістю  $C_k$  між трьома  $l$ -ми сферами відтворення:

$$Z_{kl} = \frac{C_{kl}}{C_k}; \quad (0 \leq Z_{kl} \leq 1); \quad (5.12)$$

$$C_k = \sum_{j=1}^J C_{kj}; \quad \sum_{l=1}^3 Z_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (j = 1, 2, \dots, J).$$

Найлегше піддаються розподілу лише вироблені продукти. Вони, по-перше, виробляються вроздріб, і їх можна транспортувати. По-друге, призначення продуктів можна з'ясувати до їхнього виробництва. Застосовані засоби виробництва і робоча сила мають певне технологічне призначення. Виробничі елементи і виробничі скарби в їхньому натуральному вигляді здебільшого не можна перерозподілити між сферами виробництва. Піддаються перерозподілу окремі їх мобільні частини, наприклад транспорт загального призначення, працівники масових професій, але це вимагає додаткових витрат і часу. Наприклад, конвертування навіть окремих галузей може забрати не один десяток років.

Тому з усіх коефіцієнтів, що характеризують розподіл структурних елементів, параметрами, які визначають управління відтворенням, є коефіцієнти  $\beta_{kl}$  розподілу вироблених продуктів між сферами відтворення. Саме від того, як розподілятимуться вироблені продукти між сферами відтворення робочої сили, знарядь праці та предмета праці, найбільше залежатиме результат загального відтворення: валовий продукт, національний доход, рівень життя людей, технічний прогрес та ін. Значення коефіцієнтів (5.9) у заданому інтервалі часу, по суті, є кількісним вираженням внутрішньої політики відтворення:

$$v_{kl}(t) = v_{kl}(t_0), \quad v_{kl}(t_1), \quad v_{kl}(t_2), \dots, v_{kl}(t_i); \quad (i = 0, 1, 2, \dots, I) \quad (5.13)$$

$$(0 \leq v_{kl} \leq 1); \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3).$$

Наскільки раціональною є функція (5.13), настільки високим буде ККД виробництва і відповідно успішним — розвиток економіки виробничої системи загалом. Раціональний розподіл продуктів сприяє розвитку виробництва, а нераціональний його гальмує і навіть може спричинити економічні кризи. Це той важіль, яким можна спрямувати розвиток виробництва як у бік прогресу, так і у бік деградації.

На відтворення і на ККД виробничої системи впливає результат розподілу, а не способи розподілу вироблених продуктів. Ними можуть бути методи стихійні ринкові, планові, програмні, кримінальні, адміністративно-примусові, а також методи фінансового, законодавчого впливу та ін. Усі можливі способи і методи розподілу продуктів та інших цінностей — це соціально-виробничі механізми, якими приводиться в рух кругооборот виробничих елементів.

Виробничі скарби відіграють роль “розширювальних бачків”, і коефіцієнти  $Z_{kl}$ , що характеризують їх розподіл між сферами відтворення, мають допоміжне значення. Їх числове значення характеризує технічну і соціальну стабільність виробництва. Занадто висока концентрація виробничих скарбів в одному місці та нестача в іншому можуть негативно впливати на виробничі процеси, а також на соціальний стан, особливо якщо це стосується робочої сили. Скорочення і перерозподіл виробничих скарбів — це частина економічної політики з використання внутрішніх резервів. Але загалом вплив їх на відтворення не такий вже великий, і коефіцієнти, що визначають перерозподіл виробничих скарбів, можна віднести до допоміжних параметрів управління.

Коефіцієнти  $b_{kp}$ , які характеризують розподіл між сферами відтворення припливу ззовні чи відтоку вартості назовні, визначають насамперед зовнішню економічну політику. Їх значення залежить від обсягів і видів торгівлі, розмірів одержуваних зовнішніх кредитів і вивозу фінансів назовні. Можна ввозити чи вивозити предмети праці (сировину) і знаряддя праці — машини, і навіть робочу силу, стимулюючи її відтік чи приплив. Для самодостатньої виробничої системи, коли обсяг зовнішньої торгівлі не перевищує 10–15 % ВВП, вплив параметрів (5.10) розподілу продуктів і фінансів, що надходять ззовні чи спрямовуються назовні, буде не дуже суттєвим. У більшості випадків їх теж можна віднести до допоміжних параметрів.

Роль допоміжних параметрів керування відтворенням залежатиме не тільки від їх абсолютних величин, а й від їхнього співвідношення, у тому числі з основними параметрами. Спільний вплив допоміжних і основних параметрів може істотно позначатися на результаті відтворення.

Часові параметри, що характеризують тривалість процесу праці у трьох сферах відтворення, більше визначаються фізичними можливостями людей і специфікою технологічних процесів, ніж раціональністю самого процесу відтворення. Вони мало змінюються, і їх навіть

можна віднести до постійних величин, проте їхній вплив може бути суттєвим при розв'язанні багатьох важливих завдань. Наприклад, у розвинутих формах виробництва скорочення часу обов'язкової праці — це найраціональніший спосіб вирішення проблеми зайнятості населення. У кінцевому рахунку час роботи повинен визначатися не обмеженими фізичними можливостями, а працею, необхідною для фізичного та інтелектуального розвитку людей.

Аналогічна ситуація і з економіко-технічними параметрами, що характеризують характер і тривалість процесів перенесення вартості з виробничих елементів на вироблені продукти у трьох сферах відтворення. Вони також мало змінюються і визначаються здебільшого з розв'язання не економічних, а технічних завдань. І тут, як правило, розглядають гранично можливі фізичні, а не економічно доцільні параметри, наприклад граничну міцність і довговічність. Водночас вибір технічних параметрів і термінів експлуатації, наприклад об'єктів капітального будівництва, співвідношення трудомісткості та енергомісткості виробів, може бути вирішальним фактором швидкості розвитку виробництва. Сукупністю всіх економіко-технічних параметрів і визначається технічна політика відтворення.

Отже, політика відтворення, зумовлена функцією керування (5.7), у загальному випадку передбачає політику розподілу вироблених продуктів (5.13), економічну політику утворення і розподілу припливу вартості ззовні (5.10), політику утворення і розподілу виробничих елементів (5.11) і виробничих скарбів (5.12), а також технічну політику відтворення.

## **Основні варіанти економічної політики відтворення**

На процес відтворення, як показано вище, впливає багато факторів, але основним з них є фактичний розподіл вироблених продуктів між сферами відтворення. Тому варіант, або вид, економічної політики варто визначати саме за цим фактором [ 3 ].

Відповідно до рівностей (5.9) з 9 коефіцієнтів розподілу продуктів довільно можна задати 6, причому по 2 коефіцієнти в кожній із трьох рівностей (5.9). Отже, будь-які два з трьох коефіцієнтів однієї рівності

$$\sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3)$$



можуть бути керуючими параметрами відтворення всіх 9 частин  $A_{kl}$  трьох виробничих елементів: робочої сили, знарядь праці та предмета праці. Оскільки значень кожного з них окремо і всіх разом нескінченно багато, то і варіантів відтворення так само нескінченно багато. Але з усіх можливих варіантів можна виділити 3 основних, кожен з яких має також 3 варіанти (підваріанти).

**Варіант 1.** Переважний розвиток так званої невиробничої сфери і добувних галузей, тобто сфери відтворення робочої сили і предмета праці. У цьому випадку вироблені продукти розподіляються на користь групи “Б”, тобто переважно у сфери відтворення робочої сили і предмета праці. У сферу ж відтворення знарядь праці — за принципом залишку:

$$v_{k1} + v_{k3} = \max; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (5.14)$$

$$v_{k2} = 1 - (v_{k1} + v_{k3}) \quad (k = 1, 2, 3).$$

Такий варіант містить 3 підваріанти.

*Підваріант 1.1.* Рівноцінний розвиток сфер відтворення робочої сили і предмета праці, коли

$$v_{k1} + v_{k3} = \max; \quad v_{k1} \approx v_{k3}; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$

$$v_{k2} = 1 - (v_{k1} + v_{k3}) \quad (k = 1, 2, 3).$$

У цьому разі невиробнича сфера рівноцінна добувним галузям і за вартістю виробничих елементів, і за обсягом вироблених у них продуктів.

*Підваріант 1.2.* Перевага нематеріальної сфери відтворення, коли всі три види продуктів розподіляються переважно у сферу відтворення робочої сили:

$$v_{k1} = \max; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$

$$v_{k2} = 1 - (v_{k1} + v_{k3}); \quad v_{k1} > v_{k3} > v_{k2} \quad (k = 1, 2, 3).$$

Внаслідок того, що в цьому випадку велика частина вироблених продуктів розподіляється у сферу відтворення робочої сили, сфера відтворення предмета праці виробляє здебільшого продукт, призначений для відтворення робочої сили. У сферу ж відтворення знарядь праці продукти розподіляються за залишковим принципом. Тому

частка знарядь праці незначна у всіх трьох сферах відтворення. Цей підваріант характерний для аграрної спрямованості розвитку виробництва.

*Підваріант 1.3.* Переважний розвиток добувних галузей і на цій матеріальній базі підтримка нематеріальної сфери виробництва, тобто сфери відтворення робочої сили.

$$v_{k3} = \max; \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$

$$v_{k2} = 1 - (v_{k1} + v_{k3}); \quad v_{k3} > v_{k1} > v_{k2} \quad (k = 1, 2, 3).$$

У цьому разі більшість вироблених продуктів розподіляються на користь сфери відтворення предмета праці та для підтримки відтворення робочої сили. Продукти для відтворення знарядь праці знову ж розподіляються за залишковим принципом. Підтримка відтворення загалом тут можлива, як правило, за рахунок експорту продукції добувних галузей та імпорту готової продукції. Цей підваріант характерний для колоніальних і економічно слаборозвинутих країн.

**Варіант 2.** Переважний розвиток засобів виробництва, тобто знарядь праці та предмета праці, коли валовий продукт розподіляється на користь групи “А”.

$$v_{k2} + v_{k3} = \max; \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (5.15)$$

$$v_{k1} = 1 - (v_{k2} + v_{k3}) \quad (k = 1, 2, 3).$$

У цьому варіанті коефіцієнти розподілу всіх трьох видів продукту для відтворення знарядь праці та предмета праці набувають максимальних значень залежно від можливості максимального виробництва і реалізації знарядь праці та матеріалів для них. Коефіцієнти ж розподілу трьох видів продукту (робочої сили, знарядь праці та предмета праці) для сфери відтворення робочої сили вибирають за залишковим принципом — те, що залишиться від 2-ї та 3-ї сфер відтворення, тому що сума коефіцієнтів за кожним виробничим елементом для трьох сфер відтворення дорівнює одиниці.

Варто зазначити, що за умовою (5.15) не тільки засоби виробництва, а й такий продукт, як робоча сила, розподіляються переважно у сферу відтворення знарядь праці та предмета праці. При цьому самого продукту робоча сила у вартісному вимірі виробляється відносно небагато, тому що всі продукти переважно розподіляються не в її сферу відтворення.

Цей варіант переважного нарощування засобів виробництва має 3 підваріанти.

*Підваріант 2.1.* Рівноцінний розвиток сфер відтворення знарядь праці та предмета праці, коли

$$v_{k2} + v_{k3} = \max; \quad v_{k2} \approx v_{k3}; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$
$$v_{k1} = 1 - (v_{k2} + v_{k3}); \quad (k = 1, 2, 3).$$

У цьому випадку обидві переважні сфери відтворення рівноцінні як за собівартістю виробничих елементів, так і за обсягом вироблених у них продуктів.

*Підваріант 2.2.* Переважний розвиток переробних і будівельних галузей, тобто сфери відтворення знарядь праці:

$$v_{k2} = \max; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3)$$
$$v_{k1} = 1 - (v_{k2} + v_{k3}); \quad v_{k2} > v_{k3} > v_{k1} \quad (k = 1, 2, 3).$$

Таким чином і у сферу відтворення предметів праці продукти розподіляються за залишковим принципом, але з перевагою порівняно до сфери відтворення робочої сили.

*Підваріант 2.3.* Переважний розвиток добувних галузей, тобто сфери відтворення предмета праці:

$$v_{k3} = \max; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$
$$v_{k1} = 1 - (v_{k2} + v_{k3}); \quad v_{k3} > v_{k2} > v_{k1} \quad (k = 1, 2, 3).$$

За такого розподілу продуктів розвиток виробництва і деяке зростання валового продукту можливі лише в разі реалізації продукції за межами виробничої системи. Експортною продукцією можуть бути сировина, енергоносії, енергія, продукти землеробства, а також робоча сила, яка змушена мігрувати назовні. Можливий при цьому надлишок робочої сили утвориться за рахунок не якісного (трудового) відтворення, а нарощування біологічної маси людей.

**Варіант 3.** Переважний розвиток невиробничої сфери і переробних, а не добувних галузей, тобто сфери відтворення робочої сили і знарядь праці. У ці сфери відтворення розподіляється більшість вироблених продуктів. У сферу ж відтворення предмета праці — за залишковим принципом:

$$v_{k1} + v_{k2} = \max; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (5.16)$$

$$v_{k3} = 1 - (v_{k1} + v_{k2}) \quad (k = 1, 2, 3).$$

Цей варіант також має 3 підваріанти.

*Підваріант 3.1.* Рівноцінний розвиток сфер відтворення робочої сили та знарядь праці, коли

$$v_{k1} + v_{k2} = \max; \quad v_{k1} \approx v_{k2}; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$

$$v_{k3} = 1 - (v_{k1} + v_{k2}) \quad (k = 1, 2, 3).$$

Невиробнича сфера рівноцінна переробним галузям як за вартістю виробничих елементів, так і за обсягом вироблених у них продуктів.

*Підваріант 3.2.* Переважний розвиток переробних галузей, коли вироблені продукти здебільшого спрямовуються у сферу відтворення знарядь праці:

$$v_{k2} = \max; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$

$$v_{k3} = 1 - (v_{k1} + v_{k2}); \quad v_{k2} > v_{k1} > v_{k3} \quad (k = 1, 2, 3).$$

Оскільки в цьому випадку розвиток одержують машинобудівні галузі, то власне виробництво сировини й енергії найчастіше виявляється недостатнім, і цей недолік потрібно компенсувати за рахунок імпорту. Цей підваріант характерний для індустріального розвитку виробництва.

*Підваріант 3.3.* Переважний розвиток нематеріальної сфери на базі переробних і будівельних галузей, коли

$$v_{k1} = \max; \quad \sum_{l=1}^3 v_{kl} = 1 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$

$$v_{k3} = 1 - (v_{k1} + v_{k2}); \quad v_{k1} > v_{k2} > v_{k3} \quad (k = 1, 2, 3).$$

Тут також вироблені продукти здебільшого розподіляються у сфері відтворення робочої сили і знарядь праці, але сфері відтворення робочої сили віддається перевага. Як і в попередньому підваріанті, розподіл продуктів у сферу відтворення предмета праці здійснюється за залишковим принципом. Але оскільки головним пріоритетом є “невиробнича” сфера, то в даному випадку промислової сировини й

енергії потрібно менше, хоча їхній імпорт також може виявитися необхідним.

Розглянуті 3 основні варіанти, що мають 9 підваріантів, дають змогу класифікувати усі види економічного розвитку виробництва, що спостерігалися в минулому, наявні та можливі в майбутньому.

## **5.2. Сфери, рівні та схема саморегулювання й управління економікою виробництва**

### **Стихійність, управління і саморегулювання виробництва**

У суспільному виробництві, як і у природі, стихійно те, що не пізнано, і чим людина не в змозі управляти. Управління і саморегулювання — взаємопов'язані процеси. Вони ніколи не існують окремо і не можуть виявляти себе один без іншого.

У суспільному виробництві участь розуму обов'язкова. Тому тут говорити про повну стихійність безглуздо. Але і повну керованість, тобто відсутність явищ стихійності, стверджувати помилково. Співвідношення керованості та стихійності залежить від адекватності керованого впливу масштабності, складності виробництва і поставленої мети. А це, у свою чергу, залежить від стадії розвитку виробництва та ступеня пізнання процесів, що відбуваються у ньому.

Управління є частиною виробничої системи і не може охоплювати її всю. І те, що не керується, регулюється відповідно до причинно-наслідкових зв'язків.

*Управління* — штучне зовнішнє втручання в причинно-наслідкові зв'язки перебігу певного процесу.

*Саморегулювання* — самоврядування тієї частини причинно-наслідкових зв'язків, яка не має штучного зовнішнього втручання.

*Стихійність, або неприборкана сваволя “невидимої руки”, у суспільному виробництві* — макроекономічний прояв нерегламентованого розрізненого управління на мікрорівні.

*“Невидима рука” у суспільному виробництві* — фінансово-економічна взаємодія виробничих і фінансових підрозділів на ринку засобів виробництва, робочої сили та фінансових послуг.

Отже, у суспільному виробництві завжди є фактори стихійності, управління і саморегулювання. “Невидима рука” може спричиняти як позитивні, так і негативні явища. Але часто нерегламентоване саморегулювання і недостатнє управління призводять до небезпечної стихійності та, як наслідок, — до вкрай небажаних результатів. Наприклад, наслідками безконтрольних капіталовкладень у дрібнотоварному виробництві були періодичні кризи надвиробництва, в умовах великомасштабного виробництва — диспропорції, нестабільність, фінансові потрясіння і великі збитки.

Ціна управління чи неуправління в умовах розвинутого виробництва дорівнює ціні досягнення чи не досягнення потрібного рівня життя людей та економічної безпеки держави. Знайти необхідні методи і способи адекватного управління — одне з важливих завдань економічної науки.

## **Сфера і механізми саморегулювання виробництва**

Сферою дії саморегулювання виробництва є мікроекономічні процеси на рівні підприємств, фірм та об'єднань, де відтворюються не виробничі елементи загалом, а лише їхні складові. Саморегулювання вирішує три завдання:

- 1) вироблення додаткового продукту та оплата праці зайнятої на виробництві робочої сили;
- 2) самостійне забезпечення життєздатності та дієздатності виробничих підрозділів (різних підприємств, фірм та їх об'єднань);
- 3) здійснення перерозподілу частини додаткового продукту, засобів виробництва і робочої сили між підприємствами та їх об'єднаннями.

Два перших завдання розв'язуються в міру сил і можливості самих підприємств, фірм та об'єднань. Щодо третього завдання, то перерозподіл засобів виробництва і робочої сили здійснюється з власних мікроекономічних інтересів, а не із загальносистемних, причому методами, не завжди прийнятними для держави, тобто для виробничої системи в цілому. Перерозподіл же частини додаткового продукту усередині виробничої системи та за її межами внаслідок торговельних, експортних та імпорتنих операцій відбувається як за усвідомлених і неусвідомлених дій самих підприємств, так і за незалежних від них обставин. Для виконання всіх трьох завдань саморегулювання повинне мати достатній ступінь свободи.

Саморегулювання виробництва здійснюється під впливом об'єктивних внутрішніх факторів (сил), властивих самому суспільному виробництву, і є природним стимулятором кругообороту виробничих елементів. Процес суспільного виробництва, як і будь-який інший процес у суспільстві й природі, здійснюється за спонукальної дії одних сил і протидії інших. На практиці частіше видно не причини, а їх наслідок. Для розкриття сутності процесу необхідно визначити його причинно-наслідкові зв'язки.

Суспільне виробництво загалом, будучи матеріальною основою життя суспільства, є системою, що саморозвивається. Вона містить першопричину, що відіграє роль внутрішньої “пружини” механізму, який надає рух усьому виробництву (див. тему 2.5, с. 49). Хоча люди управляють виробництвом, об'єктивно вони є лише активними і пасивними елементами цього процесу і теж підпорядковані дії того ж внутрішнього механізму, що приводить у рух виробництво. Цією внутрішньою “пружиною” є невичерпне прагнення людей задовольняти свої матеріальні потреби за мінімальних витрат праці. Максимум результату за мінімальної енергії — це те, що рухає виробництвом, як і всім у природі.

Однією зі складових “пружини”, що сама заводиться, є споживацький егоїзм або, за Адамом Смітом, образ егоїстичної людини, яка за умовою (2.15) визначається як

$$B = \max \quad (T = \min). \quad (5.17)$$

Причому  $B \geq T$  за  $T_{\text{п}} \geq 0$ .  $B^* \geq B \geq B^{**} \geq 0$ ,

де  $B$  — кількість уречевленої та живої праці, спожита учасниками виробництва;  $T$  — кількість живої праці, затраченої в процесі виробництва;  $T_{\text{п}}$  — кількість додаткової праці;  $B^*$  — максимально повне,  $B^{**}$  — мінімально допустиме споживання (у вартісному вираженні) самими учасниками виробництва.

Зростання споживання стимулює виробництво в тому разі, якщо воно не досягає верхньої межі насиченості й не знижується нижче від критичного значення, за якого ще зберігаються функціональні якості робочої сили. Зазначимо, що з погляду споживацького егоїзму споживання може перевищувати затрачувану працю. Відповідно додаткова праця може бути негативною, тобто меншою від нуля. Але в такому випадку виробництво буде скорочуватися до нуля.

Іншою частиною “пружини”, що сама заводиться, є підприємницький егоїзм, тобто прагнення отримати максимальний прибуток на вкладений у виробництво капітал ( $A$ ), що за умовою (2.19) можна записати так:

$$h_n(t) = \frac{T_n}{A} = \max; \quad B = \min. \quad (5.18)$$

Умови (5.17) і (5.18) визначають суперечливу егоїстичність учасників виробництва, що відображає суперечливість самого процесу виробництва. З одного боку, бажано споживати більше і менше затрачати праці, з іншого — щоб виробити більше матеріальних благ, потрібно здійснювати розширене відтворення засобів виробництва, а це неможливо без додатної додаткової праці.

На цьому прозаїчному егоїстичному механізмі й ґрунтується саморегулювання виробництва. Звичайно, можлива і не виключається природна потреба до праці, яка певною мірою властива кожному працездатному індивіду. Але тільки прагнення збільшити споживання матеріальних благ для забезпечення власного життя є і буде надійним стимулом до праці, а отже і постійною першопричиною виробництва.

## **Сфера і механізми управління виробництвом**

Управління економікою виробництва — це напрямок на намічену траєкторію розвитку виробництва. Управління здійснюється як на мікрорівні (на підприємствах, в об’єднаннях і галузях), так і на макрорівні — в масштабі регіонів, країни і союзів країн.

Сферою дії управління виробництвом як виробничою системою є макроекономічні процеси з відтворення виробничих елементів загалом. Управління, або регулювання, повинне забезпечувати:

- 1) ефективну дієздатність виробничої системи в соціальних і екологічних умовах, що безупинно змінюються;
- 2) загальносистемні умови для достатньо високої прибутковості усіх виробничих підрозділів;
- 3) внутрішню економічну безпеку виробничої системи загалом та її складових;
- 4) зовнішню екологічну безпеку виробничої системи загалом та її складових;
- 5) соціальну спрямованість розвитку виробничої системи загалом та її складових.



Вирішення цих завдань є головною функцією управління економікою. У будь-яких, навіть у найбільш несприятливих, умовах виробництво повинне бути дієздатним, безкризисним і соціально спрямованим.

Виходячи з цих задач, потрібно забезпечувати функціонування численних підприємств, їх об'єднань, галузей та інфраструктурних систем. При цьому забезпечення життєздатності та дієздатності виробничої системи загалом істотно відрізняється від аналогічної задачі для окремих підприємств. Виробнича система, що складається з дієздатних підприємств, сама може виявитися недієздатною. Прикладом може бути нездатність виробничої системи здійснювати внутрішній продуктообмін унаслідок порушення економічної структури виробничих елементів. І, навпаки, у дієздатній виробничій системі деякі підприємства можуть бути збитковими і недієздатними, але їхня збитковість може компенсуватися прибутковістю інших підприємств.

Для успішного вирішення усіх п'яти завдань не досить підтримувати динаміку зростання валового продукту, національного доходу та інших макроекономічних показників, як це здебільшого відбувається на практиці. Крім того, потрібно підтримувати динаміку зростання самої виробничої системи — швидкості та прискорення нарощування певних її структурних елементів, наприклад динаміку зміни співвідношення вартісної величини робочої сили, знарядь праці та предмета праці, що визначають економічну структуру виробничої системи загалом.

Для цього, по-перше, необхідно поставити завдання:

- 1) із зміни економічної структури виробничої системи (5.1);
- 2) щодо підвищення соціальної корисності виробництва (5.6) і приросту матеріальних благ (5.2);
- 3) щодо приросту основного капіталу (5.4) і валового продукту (5.3);
- 4) стосовно середньої прибутковості у сферах відтворення робочої сили, знарядь праці, предмета праці й у виробничій системі в цілому (5.5).

По-друге, потрібно визначити параметри (5.9) – (5.16) економічної політики та раціональні шляхи досягнення мети, виходячи з наявних ресурсів, внутрішніх і зовнішніх умов. Усе це загалом зводиться до визначення раціональної траєкторії та напрямку розвитку по ній виробництва.

Сучасний рівень розвитку виробництва вимагає саме такої постановки задачі. Застосовувані емпіричні методи прогнозування отри-

маних результатів на майбутнє вже не задовольняють ні практику, ні теорію. Потрібні аналітичні методи економічного аналізу і математичні методи розв'язання завдань проектно-програмного розвитку виробництва в масштабі країни і навіть групи країн. Викладена методологія дає змогу це зробити. Зокрема, політична вимога того, що виробництво повинне бути соціально спрямованим, може бути строго науково обґрунтована, математично розрахована і на практиці реалізована найефективнішим способом.

Для виконання таких завдань органи управління відповідного регіонального, державного чи міждержавного рівня повинні мати можливість виконувати такі функції:

- 1) перерозподіляти в достатньому обсязі фінансові та матеріальні ресурси усередині виробничої системи;
- 2) утворювати достатні резерви фінансових і матеріальних ресурсів для виробничої системи;
- 3) регламентувати виробничу, фінансово-економічну і торгову діяльність усередині виробничої системи;
- 4) погоджувати виробничу, фінансово-економічну і торгову діяльність з іншими (зовнішніми) виробничими системами,

Конкретизація функцій залежить від стадії розвитку суспільного виробництва, рівня органів управління, співвідношення механізмів управління і значною мірою від використовуваних інструментаріїв виконання функцій управління. З розвитком масштабності виробництва роль централізованого управління зростає. Відповідно збільшується кількість функцій управління, ускладнюються інструментарії та методи їхнього виконання. З розвитком системи, що самоорганізується, а суспільне виробництво є саме таким, обсяг управління збільшується і методи управління ускладнюються.

## **Механізми, схема макроуправління економікою виробництва**

Управління будь-яким процесом здійснюється шляхом впливу на нього з метою зміни перебігу процесу в потрібному напрямку. Щоб загальні макропроцеси кругообороту виробничих елементів не були стихійними, а відбувалися в потрібному напрямку і з потрібною динамікою, ними необхідно управляти. Для цього потрібні механізми управління. Як на мікро-, так і на макрорівні відповідно до функцій і способів державного управління існують три види механізмів:

- 1) законодавчі механізми, утворені системами юридичних законів, підзаконодавчих актів, загальноприйнятими правилами поведінки фізичних і юридичних осіб;
- 2) фінансово-економічні механізми, утворені фінансовими структурами, а також фінансово-економічними методами впливу органів управління на економічні процеси;
- 3) організаційно-технічні механізми, утворені державними органами адміністративного і технічного управління суспільним виробництвом.

На макрорівні об'єктами управління є *відтворення трьох виробничих елементів*. Відповідно законодавчі, фінансово-економічні й організаційно-технічні механізми розподіляються за об'єктами управління:

- за відтворенням, використанням робочої сили і за відновленням середовища проживання людей;
- за відтворенням, використанням знарядь праці та за охороною навколишнього середовища від шкідливого впливу на нього виробництва;
- за відтворенням, використанням предмета праці та за відновленням природних ресурсів;

У різному поєднанні за величиною і значущістю ці три види механізмів завжди існували та існуватимуть доти, доки буде суспільне виробництво. У певній формі вони наявні у всіх соціальних формаціях, незалежно від того, адміністративні чи ринкові (вартісні) фактори переважають в економіці держави.

Законодавчі механізми — це не стільки самі по собі законодавчі акти, скільки створювана ними система правового впливу на поведінку фізичних і юридичних осіб, які перебувають у виробничих відносинах. Законодавчі механізми діють і тоді, коли в якійсь частині немає юридично оформлених законів, але є визнані правила — неписані “закони”. Наприклад, завжди визнається право власності на те, що добуто без участі інших. Так, усіма визнається, що гриб, знайдений у лісі, є власністю того, хто його знайшов, хоча навіть у розвинутому законодавстві такого правового акта поки що немає.

Законодавство більшою мірою визначає те, чого не можна вчинити, ніж те, що можна. При цьому переважають якісні норми закону: кому що повинно належати, заборонені види діяльності, вчинки та ін. Кількісні нормативи містяться здебільшого в законодавчих актах оподаткування з розмірами передбачених штрафних санкцій,

але з розвитком виробництва внаслідок його технічного, соціально-економічного й екологічного ускладнення кількісні норми стають дедалі істотною частиною законодавства. Причому йдеться не тільки про законодавчі акти, в яких завжди багато кількісних норм, а й про самі закони. Надалі необхідно буде прийняти чимало законодавчих норм для кількісного визначення напрямку розвитку виробництва, внутрішньої та зовнішньої політики держави тощо. Потрібна для цього економічна теорія вже є.

Фінансово-економічні механізми макроуправління — це насамперед державна бюджетна, податково-фіскальна системи, державна фінансово-контрольна, а також фінансово-банківська системи в частині регулювання курсу валют, надання кредитів і фінансового впливу на структуру та розвиток економіки в цілому. Фінансово-економічні механізми будь-якого рівня забезпечують рух капіталів, товарів і праці. На макрорівні вони повинні забезпечувати безупинне і стійке злиття мікропотоків у макропотоки фінансових, матеріальних і трудових ресурсів у потрібному державі напрямку.

Адміністративно-технічне управління здебільшого уявляють поверхово як спрощене адміністрування за принципом “заборонити”, “дозволити”. Насправді організаційно-технічні механізми набагато складніші й їхні функції ширші. Вони, по суті, поглинають законодавчі та фінансово-економічні механізми функціонування суспільного виробництва і надають їм руху .

За допомогою саме організаційно-технічних механізмів діють всі інші механізми. Без них не можуть виявитися ні законодавство, ні фінансово-економічні механізми. Усе, що відбувається за участю розуму і що має потребу в узгодженні дій, вимагає організації.

Наприклад, у законодавчій сфері вже із самого початку зародження законодавчих актів необхідна організація їх розроблення, порядку прийняття і набуття чинності. Для використання законодавчих актів потрібні норми юридичних операцій, порядок розгляду юридичних суперечок з різних питань господарської діяльності тощо.

Технічні механізми управління економікою виробництва містять стандартизацію виробів і сертифікацію продукції та вимірювальної техніки, сертифікацію видів господарсько-виробничої і фінансової діяльності, а також регламентування багатьох технологічних процесів. Наприклад, регламентується технологія підняття й опускання вантажу. Зокрема, забороняється піднімати вантаж трьома і більшою кіль-

кістю підймальних кранів. Регламентуються техніка безпеки праці та пожежна безпека, ветеринарний нагляд, екологія та ін.

Органічне поєднання в необхідних пропорціях законодавчих, фінансово-економічних та організаційно-технічних механізмів дає змогу створити ефективну систему управління суспільним виробництвом на кожному етапі його розвитку. При цьому, незалежно від обраного варіанта економічної політики, завжди необхідно розв'язувати два економічних завдання:

- 1) підтримувати матеріально-фінансову збалансованість народного господарства, передусім щодо оплати праці;
- 2) підтримувати досить високу соціальну корисність виробництва, тобто його економічний ККД, щоб життєвий рівень людей відповідав рівню розвитку виробництва.

Для підтримання стабільності виробництва і споживання потрібно, щоб платоспроможність населення відповідала обраному варіанту економічної політики. Проте занадто висока платоспроможність, тобто надлишкове нагромадження грошей населенням, призводить або до інфляції грошей, або до дефіциту товарів, якщо ціни на них незмінні. Останнє було особливо характерним для соціалістичних країн, внаслідок того, що їх уряди намагалися утримувати досить високий рівень заробітної плати без розширення можливостей і потреб для її витрат.

Рівнем споживання матеріальних благ, платоспроможністю населення й інфляцією потрібно управляти. А отже, необхідно контролювати показник, що характеризує кінцевий результат цих процесів:

$$z_d = \frac{B_d}{D_B}; \quad B_d = \sum_{i=1}^{10} B_{di} \quad (i = 1, 2, \dots, 10), \quad (5.19)$$

де  $B_{di}$  — кількість наявних матеріальних благ  $i$ -го виду (харчування, одяг, житло та ін., див. тему 1.3, с. 24) у поточних цінах, що вимагають оплати грошима;  $D_B$  — поточна платоспроможність населення за номінальною вартістю грошей, які є в розпорядженні населення.

Соціальна корисність виробництва (див. тему 4.2, с. 74, 75) визначається виробництвом і споживанням продуктів і послуг населенням, що залежить не тільки від величини використовуваних виробничих елементів, а й від їх співвідношення, тобто від економічної структури виробництва. Тому соціальна корисність суспільного виробництва характеризується насамперед часткою  $\chi_B$  тієї частини виробничих елементів, що бере участь у відтворенні робочої сили (4.22):

$$\chi_B = \frac{A_B}{A} = 1 - \chi_A \quad (A_B = A_{11} + A_{21} + A_{31}); \quad (5.20)$$

$$\chi_A = \frac{A - A_B}{A} = 1 - \chi_B;$$

$$A = \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^3 A_{kl} \quad (k, l = 1, 2, 3),$$

де  $A_B$  — сумарна вартість виробничих елементів ( $A_{11}$ ,  $A_{21}$ ,  $A_{31}$ ), що беруть участь у відтворенні робочої сили;  $A$  — сумарна вартість виробничих елементів ( $A_{kl}$ ) усієї виробничої системи.

Спряжений показник  $\chi_A$  визначає частку виробничих елементів, що беруть участь у відтворенні знарядь праці та предмета праці, й характеризує технічність виробництва. Чим він більший, тим вищі озброєність праці та матеріаломісткість виробництва. Але чим більший показник  $\chi_A$ , тим менший показник  $\chi_B$ , що характеризує соціальну корисність виробництва.

Управління матеріально-фінансовою збалансованістю і соціальною спрямованістю, а отже життєздатністю і дієздатністю виробничої системи в цілому (рис. 5.1), дає змогу забезпечувати безкризне функціонування виробництва і спрямовувати його розвиток за наперед заданою траєкторією, надаючи достатній ступінь свободи для саморегулювання виробництва на мікрорівні.

Саморегулювання здійснюється на ринках робочої сили, знарядь праці та предмета праці. На цих ринках править “бал” норма прибутку на вкладений у справу капітал.

Отже, в управлінні виробництвом варто дотримуватися трьох принципів:

- 1) досягнення достатньо високого значення економічного ККД — соціально-структурної корисності виробництва, що визначає його соціальну спрямованість (5.20);
- 2) досягнення достатньо високої прибутковості виробництва на рівні як підприємств і галузей, так і народного господарства в цілому;
- 3) забезпечення матеріально-фінансової збалансованості народного господарства, насамперед за оплатою праці (5.19).

Застосування цих принципів дає змогу гармонійно поєднати управління із саморегулюванням ринкової економіки.

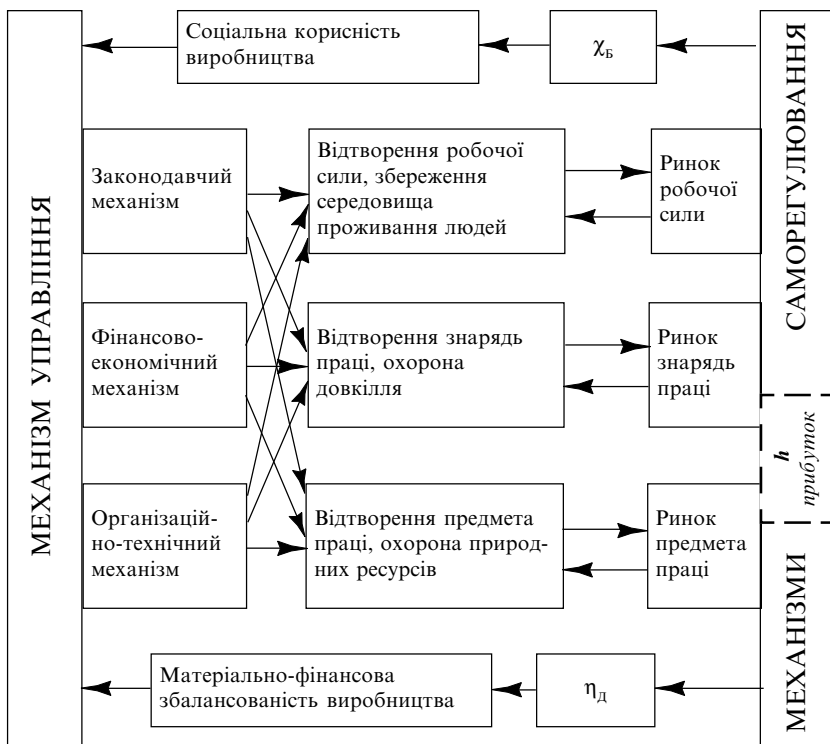


Рис. 5.1. Схема макроуправління виробництвом

### Запитання. Завдання

1. У чому полягає постановка задачі спрямованого відтворення?
2. Якими коефіцієнтами визначається економічна політика відтворення?
3. Назвіть можливі варіанти економічної політики. Які основні варіанти економічної політики відтворення?
4. Охарактеризуйте два основних економічних завдання, які повинні вирішуватися в управлінні процесами відтворення.
5. Поясніть функціонування сфери саморегулювання економічних процесів — дії “невидимої руки”.
6. Проаналізуйте три механізми управління виробництвом і їх роль у керуванні економічними процесами.

# МЕТОД ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ЕОМ

## 6.1. Роль і задачі експерименту в економічному прогнозуванні та управлінні виробництвом

### Роль натурних і теоретичних експериментів в управлінні економікою виробництва

В економіці дотепер єдиним засобом дослідної перевірки нового є саме життя в усьому його розмаїтті та безмежності. Натурні експерименти, по-перше, дуже дорого обходяться, особливо якщо вони не зовсім вдалі. По-друге, їх здійснення вимагає багато часу і чималих витрат, при цьому натурний експеримент не завжди дає вичерпні відповіді. А головне, експерименти “на людях” у потрібних масштабах не завжди можливі й доречні. Тому створення інструментарію для лабораторної дослідної перевірки відповідності теоретичних, а отже суб’єктивних, уявлень реальному стану речей стає життєвою необхідністю.

Велика кількість одночасно діючих факторів та істотна нелінійність причинно-наслідкових зв’язків у виявлених явищах, що характерно для сучасної великомасштабної економіки, не дає змоги проникнути вглиб швидкоплинних процесів. Інтуїтивно або візуально охоплюється лише частина діючих факторів, наприклад ціни, заробітна плата, життєвий рівень людей. До того ж розум людини одночасно може аналізувати здебільшого два, максимум три фактори, причому тільки з лінійною залежністю між ними. І зовсім не в змозі людина охопити десятки і навіть сотні факторів, що обумовлюють сучасні економіко-фінансові процеси. Звідси і штампи вирішення



проблем, наприклад: наскільки підвищуються ціни, настільки потрібно піднімати заробітну плату, щоб зберегти попередній рівень споживання. Але виявляється, що ця проблема так просто не розв'язується. Для глибшого проникнення в сутність того, що відбувається, потрібно розкривати самі процеси, щоб можна було виявити причини, які породжують певні проблеми.

Отже, роль, або призначення, *теоретичного експерименту* — розкрити досліджуваний процес, виявити існуючі в ньому причинно-наслідкові зв'язки і за вихідними даними визначити можливий розвиток подій у майбутньому та його результати. Роль *натурного експерименту* полягає в дослідній перевірці основних положень теорії, використаної в теоретичних експериментах чи розрахунках. Критерієм справедливості та вірогідності теорії є практика.

## **Необхідність і можливість постановки лабораторних експериментів з економіки виробництва**

Теоретичні або “лабораторні” експерименти, що ґрунтуються на фундаментальній теорії з кількісним вираженням законів економіки виробництва, дають змогу надійно не тільки прогнозувати, а й проєктувати розвиток економіки. Крім того, лабораторні експерименти потрібні як для розроблення стратегічних планів, так і для оперативного управління.

Через великомасштабність виробництва і швидкоплинність процесів дедалі більше відчувається проблема невідповідності між фактичним зростанням потужності продуктивних сил і способами управління виробництвом. До факторів природного розвитку виробництва додаються фактори недостатнього контролю за економічними ситуаціями, відсутність повноцінного управління з високою механізацією та автоматизацією управлінської праці. Ціна несвоєчасних чи неправильних рішень — рівень добробуту народу. Неповноцінність управління особливо виявляється в періоди економічних перебудов і соціальних перетворень.

У техніці, наприклад із застосуванням фізики або механіки, вже кілька десятиліть використовують числові експерименти на ЕОМ. Їх сутність у тім, що на основі фізичних законів моделюється перебіг досліджуваного процесу. Це дає можливість не тільки одержувати достовірніші розрахунки, а й виявляти всі необхідні деталі розвитку

процесу. Ставиться ніби натурний експеримент у математичному або, як прийнято говорити, у віртуальному представленні з виконанням розрахунків розвитку процесу на ЕОМ.

Математичні експерименти на ЕОМ — ефективний аналітичний інструментарій, який широко використовується в багатьох галузях науки і техніки. Без застосування його були б неможливі сучасні досягнення, наприклад у космонавтиці, ядерній енергетиці та інших галузях природничих наук і техніки. Ще більше необхідні експерименти на ЕОМ в економіці [4, 5, 6], де виникло чимало проблем, які не можна вирішити колишніми методами.

Встановлені та математично сформульовані закони економіки виробництва (розділ 2) дають змогу розробляти ефективні методи досліджень, у тому числі й для постановки економічних експериментів на ЕОМ. Для цього необхідні, по-перше, математично сформульовані економічні задачі, методи аналітичного або числового їх розв'язання; по-друге — спеціально розроблені методи постановки на ЕОМ економіко-математичних експериментів, їх виконання в заданому напрямі та наступного аналізу одержаних результатів. Теорія, що викладається в даному навчальному курсі, дає змогу повною мірою все це розробити і здійснити на практиці.

Універсальні залежності причинно-наслідкових зв'язків, якими є три закони збереження в економіці, дають можливість одержати теоретичний розв'язок будь-якої задачі в галузі економіки виробництва. Причому задачі можуть охоплювати будь-які за розмірами, але кінцеві обсяги простору і часу. Можна розв'язувати задачі в масштабах регіонів, країни, континенту і Землі в цілому. Отримана повна система економічних показників, що характеризує всі можливі стани економіки (її життєздатність, дієздатність, соціальну корисність і патологію) дає змогу розробляти потрібні методи теоретичного аналізу будь-яких можливих результатів постановки і розв'язання задач. Причому завдяки розробленим методам критеріального аналізу стану економіки та кількісного вираження політики керованого відтворення можна здійснювати дослідження цілеспрямовано в задалегідь заданому напрямку.

Напрацьовані в природничих науках методи аналітичного і числового розв'язання математично поставлених задач цілком достатні для вирішення економіко-математичних завдань будь-якої складності. А наявна могутня обчислювальна техніка дає можливість ощадливо й у стислий термін довести розв'язання практично будь-якої математичної задачі до повного завершення.

Таким чином, є все, що необхідно, для розробки і постановки економіко-математичних експериментів на ЕОМ. Доказ тому — уже поставлені й виконані на ЕОМ експерименти з керованого відтворення в масштабі країни [3].

## 6.2. Задача Коші розширеного відтворення

З чотирьох можливих засобів управління відтворенням (див. тему 5.1, с. 85–88) основним є розподіл вироблених продуктів між трьома сферами відтворення. Для з'ясування ступеня його впливу на результат відтворення призначена дана постановка задачі, в якій виключаються всі інші фактори. Задача [3] ставиться і розв'язується в межах загальної математичної постановки завдання керованого відтворення, розглянутого в темі 5.1, с. 81–85, тобто за тих самих меж припущень і допущень, але з певними умовами, що спрощують її вирішення:

- передбачається, що у всіх трьох сферах відтворення відсутні економічні втрати і не утворюються виробничі скарби.

$$\Omega_{kl} = 0; C_{kl} = 0 \quad (k, l = 1, 2, 3);$$

- передбачається, що виробництво є цілком замкнутим, тобто відтворення здійснюється без припливу вартості ззовні або її відтоку назовні.

$$B_{kl} = 0 \quad (k, l = 1, 2, 3).$$

Як загалом, так і в даному випадку завдання керованого відтворення зводиться до того, щоб за початковим значенням вартості виробничих елементів у сферах відтворення робочої сили, знарядь праці та предмета праці визначити залежно від кількісно заданої політики результат відтворення в кожний момент заданого інтервалу часу, але у даному разі без обліку втрат, утворення виробничих скарбів і припливу вартості ззовні.

Отже, завдання ставиться за таких припущень:

- 1) виробнича система має всі три сфери відтворення (робочої сили, знарядь праці та предмета праці) і може бути будь-якого великого чи малого масштабу;
- 2) усі структурні елементи виробничої системи вимірюються в одиницях виміру вартості;

3) параметрами управління відтворенням є коефіцієнти розподілу трьох вироблених продуктів (робочої сили, знарядь праці та предмета праці) між сферами відтворення робочої сили, знарядь праці та предмета праці. При цьому коефіцієнти розподілу продуктів є функціями часу.

$$v_{kl} = v_{kl}(t) \quad (k, l = 1, 2, 3).$$

За таких припущень кероване відтворення описуватиметься системою звичайних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами при похідних.

Рівняння балансу вартості трьох виробничих елементів у трьох сферах відтворення:

$$\frac{dA_{kl}}{dt} = v_{kl} \frac{d\Pi_k}{dt} - V_{kl} \quad (\Pi_k = \Pi_l), \quad (k, l = 1, 2, 3). \quad (6.1)$$

Рівняння вартості вироблених продуктів у трьох сферах відтворення — рівняння перенесення вартості:

$$\frac{d\Pi_l}{dt} = \Psi_l \left( \sum_{k=1}^3 V_{kl} + V_{nl} \right) \quad (k, l = 1, 2, 3). \quad (6.2)$$

Функції, що визначають швидкості перенесення вартості з  $k$ -х виробничих елементів на вироблені продукти в трьох  $l$ -х сферах відтворення:

$$V_{kl} = \frac{A_{kl}}{\tau_{kl}} \quad (k, l = 1, 2, 3), \quad (6.3)$$

причому  $\tau_{ll} = t_{nl}$  ( $l = 1, 2, 3$ ),

де  $\tau_{kl}$  — характерний час перенесення вартості з  $k$ -х виробничих елементів на вироблені продукти в трьох  $l$ -х сферах відтворення;  $t_{nl}$  — час необхідної праці в трьох  $l$ -х сферах відтворення.

Рівняння кількості додаткової праці в трьох  $l$ -х сферах відтворення залежно від норми додаткової праці:

$$V_{nl} = V_l H_l \quad (l = 1, 2, 3), \quad (6.4)$$

де  $V_{ll}$  — швидкість витрат праці за рівністю (6.3) при  $k = 1$ ;  $H_l$  — норма додаткової праці у сферах відтворення робочої сили, знарядь праці та предмета праці.

Характерний час перенесення вартості з  $k$ ,  $l$ -х частин виробничих елементів, норма додаткової праці та коефіцієнти суспільно необхідних затрат праці в даному разі вважаються заданими:

$$\tau_{kl} = \tau_{kl}(t) \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (6.5)$$

$$H_{kl} = H_{kl}(t) \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (6.6)$$

$$\Psi_{kl} = \Psi_{kl}(t) \quad (k, l = 1, 2, 3). \quad (6.7)$$

Керуючими параметрами відповідно до прийнятих умов є коефіцієнти, що визначають де-факто розподіл вироблених продуктів  $P_k$  між  $l$ -ми сферами відтворення, суми яких в усіх сферах відтворення для кожного продукту дорівнюють одиниці:

$$v_{1l} + v_{2l} + v_{3l} = 1 \quad (l = 1, 2, 3). \quad (6.8)$$

У кожній з трьох рівностей (6.8) довільно можна задавати два з трьох коефіцієнтів розподілу вироблених продуктів (робочої сили, знарядь праці та предмета праці) за трьома сферами відтворення. Значення 3-го коефіцієнта визначається відповідно до рівності (6.8). Можливі варіанти наборів значень коефіцієнтів (6.8), що відповідають різним варіантам економічної політики відтворення, розглянуті в темі 5.1.

У математичному плані розв'язання даної задачі зводиться до розв'язання прямої задачі Коші системи 12 диференціальних рівнянь (6.1), (6.2) разом з рівностями (6.3), (6.4). При цьому початкові значення 12 функцій, що інтегруються, у момент часу  $t_0$  повинні бути задані. Це 9 частин виробничих елементів і 3 значення вироблених продуктів.

$$A_{kl}(t_0) = A_{kl}^0 \quad (k, l = 1, 2, 3); \quad (6.9)$$

$$P_l(t_0) = P_l^0 \quad (l = 1, 2, 3).$$

Причому як початкові значення вироблених продуктів  $P_l$  можуть прийматися і нульові значення.

Таким чином, розв'язання задачі (6.1) – (6.8) дає змогу за одним заданим значенням виробничих елементів у минулому, сьогодні чи майбутньому визначити вартісну величину їх та вироблених продуктів у будь-який заданий момент часу минулого, сьогодні і майбутнього.

Задачу Коші для звичайних диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами можна розв'язувати певним числовим методом, і за наявності обчислювальної техніки, це не становить великих труднощів. У даному разі використовувався нелінійний метод числового інтегрування із застосуванням експонентної функції. Значення характерного часу перенесення вартості (6.5) визначалися за результатами оброблення статистичних даних, значення функції додаткової праці (6.6) — також за статистичними даними або виходячи з характеру досліджуваної задачі. Коефіцієнти суспільно необхідної праці (6.7) приймали рівними одиниці.

Було узято кілька варіантів набору значень коефіцієнтів (6.8) розподілу вироблених продуктів між сферами відтворення. Причому один з них — для порівняння результату розв'язання задачі зі статистичними даними, інші — для визначення впливу економічної політики на результат відтворення. Результати експериментів на ЕОМ із відтворення в масштабі країни наведено в темі 6.4.

### **6.3. Сутність методу економіко-математичного експерименту на ЕОМ**

*Числовий експеримент* полягає в тому, що шляхом математичного опису причинно-наслідкових зв'язків і розв'язання однієї чи декількох взаємозалежних задач досліджується математична модель об'єкта. Його відмінність від числового розв'язання математичної задачі полягає в тому, що в експерименті фігурують причинно-наслідкові зв'язки, які дають змогу спостерігати в динаміці поведінки досліджуваного об'єкта залежно від умов експерименту. Числове ж розв'язання задачі дає тільки статичний результат конкретного розрахунку одного з можливих станів об'єкта. За окремим розрахунком не можна спостерігати динаміку зміни станів об'єкта. Крім того, числовий експеримент дає можливість враховувати причинно-наслідкові зв'язки одночасно в багатьох навіть неоднорідних процесах.

#### **Задача й методологія економіко-математичного експерименту з керованого відтворення**

Економіко-математичний експеримент, як і натурний, передбачає досліду перевірку того, що потім здійснюється на практиці. Натурний експеримент, як правило, виконується або в невеликому маш-

табі, або частинами. Математичний, або числовий, експеримент може здійснюватися водночас в будь-якому масштабі й бути будь-якої складності, але для цього необхідно:

- 1) визначення предмета (об'єкта) дослідження з виділенням істотного і несуттєвого в експерименті;
- 2) якісний і кількісний (математичний) опис досліджуваних явищ і глибинних процесів, що їх спричиняють;
- 3) визначення з достатньою точністю вихідних даних, що зумовлюють початковий стан економічних процесів;
- 4) визначення і кількісний опис можливих способів впливу на досліджувані процеси;
- 5) математично виражені критеріальні оцінки досліджуваних процесів.

Відповідно до цього в постановці економіко-математичного експерименту на ЕОМ використано теорію відтворення, засновану на кількісно сформульованих законах економіки (див. розділ 2). Зокрема:

- математичний опис макроекономічних процесів виконано числовим розв'язанням задачі Коші керованого відтворення, викладеної в темі 6.2;
- необхідні вихідні дані для визначення початкового стану процесу відтворення отримано шляхом аналізу статистичних даних народного господарства України [10–14];
- як спосіб впливу на процеси відтворення використано математично виражену в темі 5.1 економічну політику відтворення, що становить собою розподіл де-факто трьох вироблених продуктів між трьома виробничими елементами;
- для економічного аналізу і критеріальної оцінки результатів відтворення застосовано систему економічних показників, викладену в розділі 4;
- для визначення вірогідності економіко-математичного експерименту виконано контрольний експеримент, і його результати зіставлено з дослідними (статистичними) даними.

Загалом методологія економіко-математичного експерименту заснована на фундаментальній економічній теорії із застосуванням строгої математичної постановки і розв'язання задачі відтворення, нової системи економічних показників і критеріальних оцінок. Така методологія дає змогу:

- перевести економічні дослідження “на натурі” у лабораторні умови — у дослідницьку “пробірку”;

- істотно підвищити вірогідність результатів економічних досліджень за рахунок використання математично строгих постановок економічних задач;
- розширити сферу кількісних досліджень до будь-якого масштабу.

Таким чином, стає можливим створення принципово нових високоточних технологій в галузі економічних досліджень і управління економікою виробництва. Перш ніж ставити натурні експерименти “на людях”, їх можна здійснити в лабораторних умовах.

## **Постановка економіко-математичного експерименту на ЕОМ**

Для постановки експерименту необхідно насамперед визначити об’єкт дослідження і мету експерименту. Економічним об’єктом дослідження можуть бути як мікро-, так і макроекономічні частини суспільного виробництва: економіка підприємств, об’єднань, галузей, регіонів, країни, групи країн та ін.

У даному разі об’єктом дослідження є виробництво України після 1995 р. у зв’язку з виконанням наукового проекту<sup>1</sup>, а об’єктом контрольного експерименту — виробництво України з 1960 по 1990 р.

Метою економіко-математичного експерименту в загальному випадку є визначення динаміки зміни стану досліджуваного об’єкта, наприклад динаміки розширеного відтворення в масштабі підприємства або країни, виявлення кризових станів виробництва, способів виходу з кризи тощо.

У даному разі метою економіко-математичного експерименту є:

1. Дослідження динаміки розвитку виробництва під впливом на нього тільки тих керуючих факторів (параметрів), які відображають економічну політику відтворення. Іншими словами, визначення зміни макроекономічних показників виробництва залежно від варіантів розподілу де-факто вироблених продуктів між трьома виробничими елементами (за сталості зовнішніх умов).
2. Дослідження впливу фактора економічної політики на динаміку відтворення в умовах кризи для пошуку шляхів виходу з кризового стану і наступного розвитку економіки.

<sup>1</sup> Проект 08.05.01/029-93 “Розробка організаційно-економічного механізму оптимального управління народним господарством України ” програми ГК НТП України 07.02 “Економічні проблеми побудови державності України”. Науковий керівник проекту кандидат техн. наук А.Ф. Бабицький



Для здійснення експерименту потрібно на основі математичної моделі об'єкта розробити алгоритм реалізації досліду на ЕОМ. Економічною моделлю об'єкта є математичне розв'язання прямої задачі Коші розширеного відтворення, розглянутої в темі 6.2. При цьому кількість людей, в тому числі зайнятих у виробництві, тобто робочої сили, представлено емпіричною залежністю за статистичними даними України.

У такій постановці задачі управління експериментом здійснюється заданням економічної політики, тобто заданням значень коефіцієнтів (6.8), що визначають розподіл вироблених продуктів між трьома сферами відтворення.

Вірогідність експерименту та його відповідність реальності перевіряли в контрольному досліді з розширеного відтворення в Україні з 1960 по 1990 р. у варіанті переважного розвитку групи "А". За класифікацією, наведеною в темі 5.1, с. 88–93, це відповідає варіанту 2 економічної політики розподілу вироблених продуктів (5.15).

Зіставлення результатів зі статистичними даними свідчить про придатність методології економіко-математичного експерименту для якісного і кількісного аналізу макроекономічних процесів у масштабі країни.

## **Вихідні дані та варіанти економіко-математичного експерименту**

З метою збереження в експерименті передісторії динаміки розвитку виробництва початковий момент (1960 р.) і вихідні дані для проведення дослідного експерименту були ті самі, що й у контрольному експерименті з відтворення в Україні у 1960–1990 рр., визначені зі статистичних щорічників з народного господарства УРСР [10–14]. Відповідно до цих даних економічна політика, тобто розподіл де-факто вироблених продуктів, у період 1960–1990 рр. залишалася такою самою. Кінцевий термін експерименту — 2015 р.

Відповідно початкові значення виробничих елементів (6.9), необхідні для розв'язання задачі Коші, узято за 1960 р. за статистичними даними. З цього моменту починали контрольний та основний експерименти. Значення вартісної величини виробничих елементів і вироблених продуктів за всі наступні роки визначали за ходом експерименту з розв'язку задачі Коші. Необхідні техніко-економічні дані, що характеризують швидкості перенесення вартості з виробни-

чих елементів (терміни амортизації, терміни придатності та ін.), визначені також за статистичними даними.

У період 1990–1995 рр. параметри економічної політики розраховували за статистичними даними динаміки спаду виробництва в Україні. Для періоду 1995–2015 рр. потрібно було задати нові параметри економічної політики майбутнього, тобто в період виходу з кризи й у наступний період післякризового розвитку економіки. Для цих періодів досліджували два варіанти економічної політики:

1. *Варіант продовження політики періоду 1960–1990 рр.* — переваги розвитку групи “А” і залишкового принципу для групи “Б”. За класифікацією, наведеною в темі 5.1, це відповідає економічній політиці переважного розподілу вироблених продуктів у сфері відтворення знарядь праці та предмета праці (5.15). Як за спаду, так і зростання виробництва продукти розподіляються переважно у сфері виробництва засобів виробництва. Такій політиці не властива соціальна спрямованість розвитку економіки.

2. *Варіант зміни економічної політики після 1995 р.* у бік підвищення соціальної спрямованості розвитку економіки, тобто зростання соціальної корисності виробництва, зумовленої формулою (4.22). За класифікацією, наведеною в темі 5.1, це відповідає варіанту 3 — переважного розподілу вироблених продуктів у сфері відтворення робочої сили і знарядь праці (5.16).

Параметри обох варіантів економічної політики розподілу вироблених продуктів наведено в табл. 6.1. У процесі експерименту за цими даними з допомогою апроксимуючих функцій визначали розподіл вироблених продуктів між трьома сферами відтворення в кожній точці досліджуваного періоду 1960–2015 рр.

Експерименти в обох варіантах ставилися і здійснювалися методично однаково шляхом розв’язання на ЕОМ задачі керованого відтворення, математично сформульованої в темі 6.2 на основі економічних законів виробництва. Як у контрольному, так і двох дослідних варіантах розрахунки виконували для ізольованої виробничої системи, тобто без обліку надходження вартості ззовні або відтоку її наявних. Це означало, що вартісні баланси зовнішньої торгівлі України дорівнювали нулю. Економічні втрати також вважалися нульовими.

Методика проведення експериментів, початкові та всі вихідні дані, що задаються, для обох дослідних варіантів ті самі, що й для контрольного експерименту. У заданому часовому інтервалі розраховували вартість всіх трьох виробничих елементів, у тому числі робочої сили, і відповідних їм трьох продуктів: робочої сили, знарядь праці

Таблиця 6.1

**Розподіл продуктів між трьома сферами відтворення в Україні  
з 1960 по 2015 р., %**

<i>Сфера</i>		<i>Роки</i>								
		1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015
<i>Розподіл робочої сили між трьома сферами відтворення*</i>										
Знаряддя праці	$\beta_{12}$	$\frac{42}{42}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{40}{40}$	$\frac{38}{38}$	$\frac{34}{33}$	$\frac{32}{31}$	$\frac{38}{33}$	$\frac{40}{35}$
Предмет праці	$\beta_{13}$	$\frac{38}{38}$	$\frac{40}{40}$	$\frac{42}{42}$	$\frac{49}{49}$	$\frac{52}{52}$	$\frac{42}{41}$	$\frac{39}{39}$	$\frac{42}{38}$	$\frac{44}{40}$
<i>Розподіл знарядь праці між трьома сферами відтворення*</i>										
Знаряддя праці	$\beta_{22}$	$\frac{24}{24}$	$\frac{27}{27}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{29}{29}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{36}{35}$	$\frac{33}{33}$	$\frac{34}{25}$	$\frac{36}{24}$
Предмет праці	$\beta_{23}$	$\frac{28}{28}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{31}{31}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{45}{45}$	$\frac{45}{44}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{44}{35}$	$\frac{45}{26}$
<i>Розподіл предмета праці між трьома сферами відтворення*</i>										
Знаряддя праці	$\beta_{32}$	$\frac{44}{44}$	$\frac{45}{45}$	$\frac{46}{45}$	$\frac{48}{46}$	$\frac{48}{48}$	$\frac{45}{44}$	$\frac{43}{43}$	$\frac{45}{41}$	$\frac{49}{42}$
Предмет праці	$\beta_{33}$	$\frac{50}{50}$	$\frac{48}{48}$	$\frac{51}{51}$	$\frac{46}{46}$	$\frac{48}{49}$	$\frac{47}{46}$	$\frac{45}{45}$	$\frac{47}{40}$	$\frac{48}{34}$

*Примітка.* Над рискою — перший варіант, під рискою — другий.

\* Кількість продуктів у сфері відтворення робочої сили визначається формулою 6.8

та предмета праці. У розрахунках визначали динаміку відтворення (швидкості, прискорення), економічні показники відтворення, одержані в розділі 4, а також величину виробничих і невиробничих фондів, валовий продукт, національний дохід та ін.

## **6.4. Аналіз постановки і здійснення економіко-математичних експериментів із розвитку виробництва в Україні з 1960 по 2015 р.**

Результати експерименту [3–6] за двома варіантами відтворення в Україні наведено в табл. 6.2, а також графічно на рис. 6.1 (1-й варіант) і рис. 6.2 (2-й варіант).

Результати економіко-математичних експериментів свідчать:

1. В обох експериментах передісторія докризового розвитку (до 1990 р.) економіки України якісно і кількісно була однаковою: усі структурні елементи (виробничі та невиробничі фонди, валовий продукт і продукт невиробничого споживання) практично однакові за величиною, виробництво і споживання збалансовані.

Таблиця 6.2

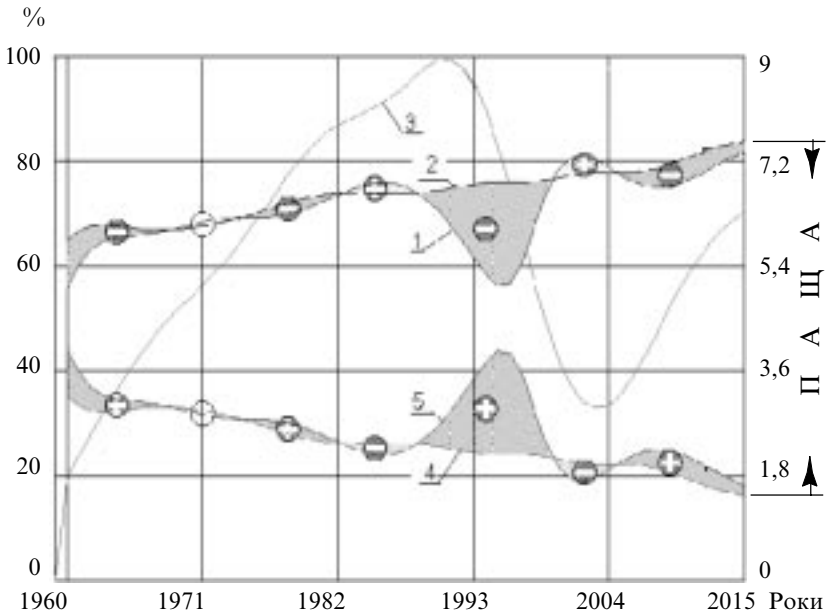
Розрахунок основних виробничих  $A_{вр}$  і невиробничих  $A_{нв}$  фондів, оборотних матеріальних засобів  $A_{об}$ , валового продукту  $\Pi$  і продукту невиробничого споживання  $\Pi_1$  України, млрд руб. (1960–1990 рр. — у цінах розрахункового року, 1990–2015 рр. — у цінах 1990 р.)

Показник	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
$A_{вр}$	$\frac{44}{44}$	$\frac{65}{65}$	$\frac{97}{97}$	$\frac{147}{147}$	$\frac{214}{214}$	$\frac{288}{288}$	$\frac{322}{322}$	$\frac{232}{232}$	$\frac{194}{194}$	$\frac{213}{214}$	$\frac{268}{240}$	$\frac{391}{309}$
$A_{нв}$	$\frac{37}{37}$	$\frac{63}{63}$	$\frac{96}{96}$	$\frac{116}{116}$	$\frac{135}{135}$	$\frac{177}{177}$	$\frac{197}{197}$	$\frac{128}{128}$	$\frac{79}{79}$	$\frac{72}{71}$	$\frac{82}{104}$	$\frac{100}{205}$
$A_{об}$	$\frac{13}{12}$	$\frac{26}{25}$	$\frac{38}{38}$	$\frac{50}{49}$	$\frac{67}{65}$	$\frac{94}{93}$	$\frac{97}{97}$	$\frac{42}{42}$	$\frac{26}{25}$	$\frac{44}{42}$	$\frac{67}{55}$	$\frac{102}{96}$
$\Pi$	$\frac{49}{49}$	$\frac{84}{84}$	$\frac{115}{115}$	$\frac{146}{146}$	$\frac{187}{187}$	$\frac{238}{238}$	$\frac{225}{225}$	$\frac{98}{98}$	$\frac{73}{73}$	$\frac{116}{116}$	$\frac{176}{190}$	$\frac{244}{396}$
$\Pi_1$	$\frac{22}{22}$	$\frac{29}{29}$	$\frac{37}{37}$	$\frac{45}{45}$	$\frac{53}{53}$	$\frac{58}{58}$	$\frac{66}{66}$	$\frac{43}{43}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{26}{26}$	$\frac{42}{63}$	$\frac{45}{156}$

Примітка. Над рискою — перший варіант, під рискою — другий.

2. Період входження в кризу (1990–2000) та її розвиток в обох варіантах також приблизно однаковий, характеризується не тільки спадом виробництва, а й розбалансуванням виробництва і споживання. У процентному відношенні виробляється менше, ніж потрібно для споживання за наявною вартісною структурою виробничих елементів. Криві 1 і 2, 4 і 5 на рис. 6.1 розходяться з нахилом не у бік виробництва, а у бік невиробничого споживання, внаслідок чого утворюються “горби” розбалансування виробництва. При цьому виробництво за наявної вартісної структури виробничих елементів недоспоживає, а невиробнича сфера переспоживає, хоча в абсолютному значенні й виробниче, й невиробниче споживання зменшуються. Це свідчить, що ККД економіки (крива 4) знижується.

3. Результати виходу з кризи в 1-му і 2-му варіантах економічної політики істотно різняться. У 1-му варіанті, де триває політика пріоритетного розвитку групи “А”, ККД економіки (крива 4 на рис. 6.1) зменшується до кінця досліджуваного періоду (до 2015 р.) і відповідно зростає частка обсягу засобів виробництва (крива 2). За такої політики розподілу де-факто вироблених продуктів вихід із кризи можливий, але обсяг споживання населення (крива 3), до 2015 р. не досягне рівня 1990 р. “Хліб” і “масло” поглинатимуться так званою



**Рис. 6.1. Співвідношення виробничих елементів і споживання продукту в Україні. Результати експерименту за 1-м варіантом:**

1 — частка виробничого споживання; 2 — частка обсягу засобів виробництва; 3 — вартість одиниці робочої сили (за обсягом річного споживання) (тис. руб./люд.-рік); 4 — соціальна корисність, або економічний ККД виробництва; 5 — частка невиробничого споживання

“пашею”, утвореною областю між кривими 2 і 4. Межі, до яких може розкриватися “паша”, знаходяться між нулем і одиницею. Чим нижчий ККД економіки (крива 4), тим більше розкривається “паша”, що вимагає дедалі більше засобів на відтворення засобів виробництва. Відповідно дедалі менше у процентному відношенні залишається засобів на підтримку і підвищення рівня життя населення.

По суті, це все той же варіант переважного розвитку засобів виробництва, тобто знарядь праці та предмета праці, коли валовий продукт розподіляється на користь групи “А” на всьому досліджуваному інтервалі часу з 1960 по 2015 р.

У цьому варіанті коефіцієнти розподілу всіх трьох видів продукту (знарядь праці, предмета праці та робочої сили) набувають максималь-

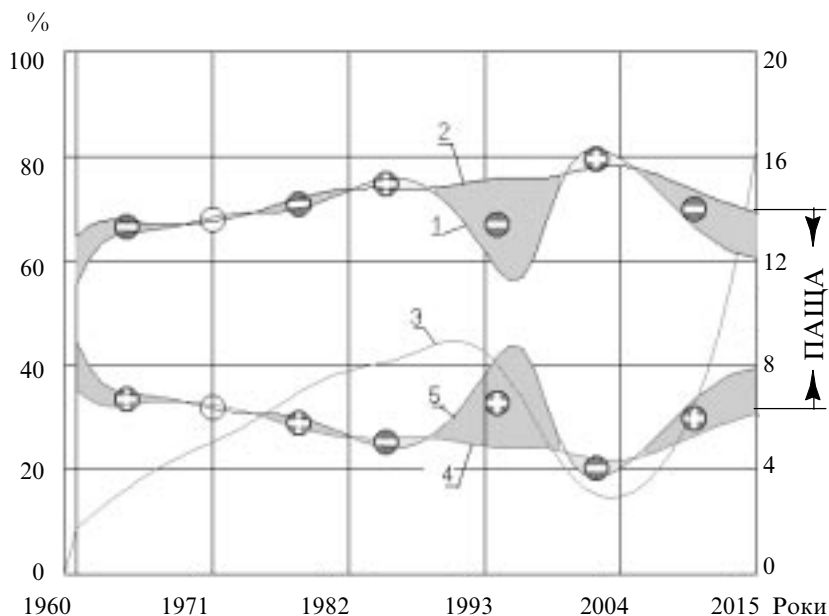


Рис. 6.2. Співвідношення виробничих елементів і споживання продукту в Україні. Результати експерименту за 2-м варіантом:

1 — частка виробничого споживання; 2 — частка обсягу засобів виробництва; 3 — вартість одиниці робочої сили (за обсягом річного споживання) (тис. руб./люд.-рік); 4 — соціальна корисність, або економічний ККД виробництва; 5 — частка невиробничого споживання.

ного значення і прямують до одиниці у сферах відтворення знарядь праці та предмета праці, тобто у відтворенні засобів виробництва:

$$\begin{aligned}
 v_{12} + v_{13} &\rightarrow 1; & v_{11} &= 1 - (v_{12} + v_{13}) \rightarrow 0; \\
 v_{22} + v_{23} &\rightarrow 1; & v_{21} &= 1 - (v_{22} + v_{23}) \rightarrow 0; \\
 v_{32} + v_{33} &\rightarrow 1; & v_{31} &= 1 - (v_{32} + v_{33}) \rightarrow 0.
 \end{aligned}$$

Розподіл у ці сфери вироблених продуктів у вигляді робочої сили становить 80–84 %, знарядь праці — 52–81 %, предмета праці (матеріалу) — 94–97 %. Відповідно коефіцієнти розподілу трьох видів продукту (робочої сили, знарядь праці та предмета праці) для 1-ї сфери відтворення, де відтворюється робоча сила, набувають значення за залишковим принципом і прямують до нуля. Наприкінці досліджува-

ного періоду, тобто в 2015 р., за такої політики у сферу відтворення робочої сили розподілятиметься продукту у вигляді знарядь праці — 19 % , матеріалів — 3 % і робочої сили — 16 % . Якщо продовжувати таку політику до нескінченності, то в математичній границі залишаться тільки сфери відтворення знарядь праці та предмета праці винятково для знарядь праці. Сфера ж відтворення робочої сили, а отже і всього населення, постійно зменшується й у математичній межі прямує до нуля.

У такому варіанті виробництво служить самому виробництву, і його соціальне призначення втрачається. При цьому прибутковість у сферах відтворення засобів виробництва теж знижується через низьку величину вартості  $A_1$ , що міститься в робочій силі.

У 2-му варіанті економічна політика на стадії виходу з кризи і зростання економіки (після 1995 р.) змінюється у бік збільшення сфери відтворення робочої сили (див. табл. 6.1), тобто соціальної спрямованості розвитку виробництва за рахунок зменшення у сферах виробництва засобів виробництва до їх оптимального значення.

$$\begin{aligned} v_{12} + v_{13} &= 1 - d_1; & v_{11} &= d_1; \\ v_{22} + v_{23} &= 1 - d_2; & v_{21} &= d_2; \\ v_{32} + v_{33} &= 1 - d_3; & v_{31} &= d_3. \end{aligned}$$

$$d_k = \text{opt} \quad (k = 1, 2, 3).$$

Порівняно з 1-м варіантом у 2-му варіанті у сферу відтворення робочої сили розподіл продуктів у вигляді знарядь праці до 2015 р. збільшується з 19 до 45 %, предмета праці — з 3 до 24 % і робочої сили — з 16 до 25 %. У сфері відтворення засобів виробництва продукти розподіляються не за принципом максимуму, а за принципом оптимальності розвитку виробництва загалом. Відповідно результати виходу з кризи і наступного зростання економіки істотно відрізняються.

Зміна політики розподілу вироблених продуктів у бік пріоритету сфери відтворення робочої сили сприяє підвищенню ККД економіки (крива 4 на рис. 6.2) і зростання до кінця розрахункового періоду (до 2015 р.) обсягу споживання населення (крива 3) порівняно з 1990 р. у два рази. При цьому, звичайно, зменшується частка обсягу засобів виробництва і відповідно “паща”, як це добре видно на рис. 6.2, прикривається. Кількість же валового продукту  $\Pi$  збільшується у 1,5 раза (див. табл. 6.2), що і дає змогу більше використовувати засобів на підвищення рівня життя людей.

У 2-му варіанті виробництво динамічніше, має більші можливості для підвищення прибутковості у всіх трьох сферах відтворення і збільшення валового продукту  $P$  за меншої кількості засобів виробництва  $A_{вр}$ . Своєчасне збільшення так званого “невиробничого” споживання не тільки поліпшує життя людей, а й оживляє економіку. Звідси випливає важливий висновок:

*Оптимізація розподілу де-факто вироблених продуктів між трьома сферами відтворення (робоча сила, знаряддя праці та предмет праці) є найефективнішим способом успішного розвитку економіки і підвищення рівня життя населення.*

До того ж оптимізація структури виробництва та підвищення його економічного ККД дає змогу суттєво знизити виробничий тиск на природне середовище та зменшити еколого-економічний ризик [6].

Отже, експерименти свідчать про ефективність нового інструментарію для постановки і розв’язання стратегічних завдань у макроекономіці. Не менш ефективний такий інструментарій і в мікроекономіці.

### **Запитання. Завдання**

1. Охарактеризуйте роль натурних і теоретичних експериментів в економіці.
2. Поясніть сутність теоретичних та “лабораторних” експериментів.
3. Що необхідно для постановки теоретичного експерименту з економіки виробництва?
4. У чому відмінність числового експерименту на ЕОМ від емпіричного прогнозування?
5. Як впливають параметри економічної політики на соціальну спрямованість розвитку економіки країни в числовому експерименті з розвитку виробництва в Україні з 1960 по 2015 р.?



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бабицький А.Ф.* Модель економіки виробництва. — К.: О-во “Знання” УРСР, 1989. — 48 с.
2. *Бабицький А.* Модель и проект рыночной экономики — К.: Изд. полигр. центр “Знання”, 1993. — 194 с.
3. *Бабицький А.Ф.* Модель розширеного відтворення та її реалізації на ЕОМ // Машинна обробка інформації (Міжвід. наук. зб.). — К.: Київ. держ. економ. ун-т. — 1997. — Вип. 59. — С. 28-36.
4. *Бабицький А.* Економіка: від емпірики до точного розрахунку // Вісн. НАН України. — 1997. — № 3/4. — С. 27–33.
5. *Бабицький А.* Новий інструментарій для розв’язання сучасних задач інформаційної технології // Вісн. Нац. банку України. — 1998. — № 8. — С. 42–44.
6. *Бабицький А.* Економічно-математична теорія та її можливості у вирішенні задач по зниженню еколого-економічного ризику // Соціальні ризики та соціальна безпека в умовах природних і техногенних надзвичайних ситуацій та катастроф. — К.: Стілос, 2001. — С. 408–424.
7. *Економічний словник-довідник.* — К.: Femina, 1995. — С.113–127.
8. *Ланге О.* Теория воспроизводства и накопления. — М.: Изд-во иностр. лит., 1963. — 141 с.
9. *Леонтьев В.* Исследование структуры американской экономики: теоретический и эмпирический анализ по схеме затраты — выпуск. — М.: Госстатиздат, 1958. — 640 с.
10. *Народное хозяйство УССР (60 лет): Юбил. статист. ежегодник.* — К.: Техника, 1977. — С. 28; 34; 35.
11. *Народное хозяйство УССР 1977. Статистический ежегодник.* — К.: Техника, 1978. — С. 288.
12. *Народное хозяйство УССР 1980. Статистический ежегодник.* — К.: Техника, 1981. — С. 29.
13. *УССР в цифрах, 1991.* — К.: Техника, 1992.
14. *УССР в цифрах, 1994.* — К.: Техника, 1995.

# З М І С Т

ВСТУП .....	3
-------------	---

## *Розділ 1*

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКОНОМІКИ СУСПІЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА .....	5
---	---

<b>1.1. Моделі рівноважного відтворення</b> .....	5
Формула кругообороту капіталу .....	5
Двосекторна модель простого відтворення .....	6
Двосекторна модель розширеного відтворення .....	7
Багатосекторна модель відтворення.	
Модель міжгалузевих зв'язків .....	9
<b>1.2. Формула і модель кругообороту виробничих елементів</b> .....	12
Економічна структура реального виробництва.	
Формула кругообороту виробничих елементів .....	12
Модель економічної структури підприємства.	
Зв'язок моделі кругообороту виробничих елементів з економічною структурою реального виробництва .....	15
<b>1.3. Структура виробничого процесу і виробничих елементів</b> .....	17
Функціонально-соціальний склад учасників суспільного виробництва .....	17
Сутність і структура виробничого процесу .....	19
Споживча структура виробничих елементів .....	21
Структура споживання учасниками виробництва .....	24
<b>1.4. Кінематика економічного процесу</b> .....	25
Економічний простір і система координат .....	25
Швидкості та прискорення економіко-виробничого процесу .....	30
Кінематичний баланс виробничих елементів .....	32

## *Розділ 2*

ЗАКОНИ ЕКОНОМІКИ ВИРОБНИЦТВА .....	36
------------------------------------	----

<b>2.1. Закони і закономірності економічної науки</b> .....	36
---	----

<b>2.2. Закон витрат економічної праці</b> .....	38
--	----

Постулати для формулювання законів економіки виробництва .....	38
Сутність закону витрат (утворення) економічної праці .....	40
<b>2.3. Закони перенесення і збереження вартості .....</b>	<b>42</b>
Закон перенесення вартості .....	42
Закон збереження вартості .....	44
<b>2.4. Три правила економічної динаміки. Умова, що визначає розвиток виробництва .....</b>	<b>46</b>
Правила економічної динаміки та їх економічна сутність .....	46
Умова, що визначає розвиток виробництва .....	49

### *Розділ 3*

<b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОДУКЦІЇ ТА ЇЇ ОБМІНУ .....</b>	<b>51</b>
--	-----------

<b>3.1. Вартість продукції (товару) .....</b>	<b>51</b>
Види вартості продукції (товару) .....	51
Умова еквівалентності обміну продукції (товару) .....	53
Мінова вартість і закономірність обміну товарів .....	54
<b>3.2. Математична модель продукції (товару) .....</b>	<b>56</b>
Ціна виробництва товару .....	56
Модель споживчих властивостей товару .....	59

### *Розділ 4*

<b>КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ .....</b>	<b>65</b>
--	-----------

<b>4.1. Аналітичний метод одержання економічних показників .....</b>	<b>65</b>
Сутність аналітичного методу .....	65
Повна система показників, що характеризують економіку виробництва .....	66
<b>4.2. Показники і критерії, що характеризують функціонування виробництва .....</b>	<b>71</b>
Показники і критерії життєздатності виробництва .....	71
Показники і критерії дієздатності виробництва .....	72
Показники і критерії соціальної корисності виробництва .....	74
Показники і критерії патології виробництва .....	76
Критерії спаду і кризових станів виробництва .....	78

## *Розділ 5*

МОДЕЛЬ САМОРЕГУЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІКОЮ ВИРОБНИЦТВА .....	81
--	----

<b>5.1. Математична модель управління розвитком суспільного виробництва .....</b>	<b>81</b>
---	-----------

Постановка задачі управління відтворенням .....	81
---	----

Кількісне вираження політики відтворення .....	85
--	----

Основні варіанти економічної політики відтворення .....	88
---	----

<b>5.2. Сфери, рівні та схема саморегулювання й управління економікою виробництва .....</b>	<b>93</b>
---	-----------

Стихійність, управління і саморегулювання виробництва .....	93
---	----

Сфера і механізми саморегулювання виробництва .....	94
---	----

Сфера і механізми управління виробництвом .....	96
---	----

Механізми, схема макроуправління економікою виробництва .....	98
--	----

## *Розділ 6*

МЕТОД ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ЕОМ .....	104
--	-----

<b>6.1. Роль і задачі експерименту в економічному прогнозуванні та управлінні виробництвом .....</b>	<b>104</b>
--	------------

Роль натурних і теоретичних експериментів в управлінні економікою виробництва .....	104
--	-----

Необхідність і можливість постановки лабораторних експериментів з економіки виробництва .....	105
--	-----

<b>6.2. Задача Коші розширеного відтворення .....</b>	<b>107</b>
---	------------

<b>6.3. Сутність методу економіко-математичного експерименту на ЕОМ .....</b>	<b>110</b>
---	------------

Задача і методологія економіко-математичного експерименту з керованого відтворення .....	110
---	-----

Постановка економіко-математичного експерименту на ЕОМ .....	112
---	-----

Вихідні дані та варіанти економіко-математичного експерименту .....	113
--	-----

<b>6.4. Аналіз постановки і здійснення економіко-математичних експериментів із розвитку виробництва в Україні з 1960 по 2015 р. ....</b>	<b>115</b>
--	------------

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	121
---	-----

In the framework of new economic and mathematic theory the laws of origin, transmission and conservation of value for some economic system that participates in production elements circulation — labour force, means and object of work are considered in the educational manual. By concrete examples and calculations one can see that use of economic-mathematic modelling methods enables to analyze complex economic processes not only qualitatively but also quantitatively, not only in statics but also in dynamics.

It is intended for higher educational establishments students of the specialty organizations management and foreign economic activity management.

Навчальне видання  
**Бабицький Арнольд Феліціанович**  
**МЕТОДОЛОГІЯ АНАЛІЗУ ЕКОНОМІЧНИХ**  
**ПРОЦЕСІВ І УПРАВЛІННЯ**  
*Навчальний посібник*

Education edition  
**Babitsky, Arnold F.**  
**METHODOLOGY OF ECONOMIC PROCESSES**  
**AND MANAGEMENT ANALYSIS**  
*Educational manual*

Відповідальний редактор *С. Г. Рогузко*  
Редактор *Т. Д. Станішевська*  
Коректор *Т. К. Валицька*  
Комп'ютерне верстання *Г. М. Перечинська*  
Оформлення обкладинки *С. В. Фадєєв*

Підп. до друку 13.08.03. Формат 60×84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 7,44. Обл.-вид. арк. 7,3. Тираж 3000 пр. Зам. № 43

Міжрегіональна Академія управління персоналом (МАУП)  
03039 Київ-39, вул. Фрометівська, 2, МАУП

*Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єктів видавничої справи ДК № 8 від 23.02.2000*

Поліграфічний центр УТОГ  
03038 Київ-38, вул. Нововокзальна, 8

*Свідоцтво КІ № 35 від 02.08.02*