

УДК 658.2:330.864

Янковий В. О.

Одеський національний економічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ФОНДООЗБРОЄНОСТІ – ШЛЯХ ДО ВНУТРІШНЬОЇ РІВНОВАГИ ПІДПРИЄМСТВА

Обґрунтовано поняття оптимальної фондоозброєності підприємства за критерієм максимізації реалізованої продукції за заданих загальних витрат виробничих факторів. Досліджено теоретичні проблеми оптимізації фондоозброєності підприємства на базі двофакторних виробничих функцій. Запропоновано шлях до внутрішньої рівноваги товаровиробника за траєкторією росту, що проходить через точки з одиничною граничною нормою технологічного заміщення виробничих факторів.

Ключові слова: фондоозброєність, оптимізація, внутрішня рівновага, виробнича функція.

Постановка проблеми. Зростання фондоозброєності – один із важливіших чинників підвищення продуктивності праці й ефективності суспільного виробництва. На основі впровадження інноваційно-інвестиційних заходів фондоозброєність підприємств будь-якої галузі повинна неухильно зростати.

Однак, на нашу думку, наведена вище теза про необхідність неухильного підвищення фондоозброєності значною мірою відображає сутність економічної політики держави в умовах жорсткого централізованого управління сталим виробництвом із високою часткою ручної і слабо механізованої праці, коли заходи з впровадження новітньої техніки й технології супроводжувалися автоматичним зростанням попиту на додатковий випуск продукції підприємств.

У трансформаційній ринковій економіці, особливо в умовах перманентної економічної кризи, характерної для більшості підприємств і галузей України, вказаний взаємозв'язок проявляється не так чітко й функціонально: ріст фондоозброєності може не корелювати зі змінами попиту споживачів на оптових та роздрібних ринках на додаткову продукцію, оскільки обсяг чистого доходу від реалізації багато в чому залежить від підвищення реальної оплати праці. У результаті на деяких вітчизняних підприємствах спостерігається відносний надлишок основних виробничих фондів порівняно з чисельністю працівників, тобто надмірна фондоозброєність на тлі сталого чи спадаючого попиту на певну продукцію. Дійсно, якщо ріст фондоозброєності випереджає підвищення продуктивності праці, то це означає, що знижується фондовіддача (обсяг виробництва продукції на одиницю вартості основних виробничих фондів), тобто погіршується використання основних виробничих фондів. І, навпаки, коли підвищення продуктивності праці випереджає ріст фондоозброєності, то це вказує на зростання фондовіддачі, тобто поліпшується використання основних виробничих фондів.

На нашу думку, у цій ситуації доцільно казати про оптимальну чи неоптимальну фондоозброєність за критерієм максимізації реалізованої продукції за заданих загальних витрат виробничих факторів (або за критерієм мінімізації загальних витрат виробничих ресурсів за заданого обсягу реалізації продукції).

Очевидно, що оптимальна фондоозброєність відповідає внутрішній рівновазі підприємства – такому стану товаровиробника, за якого в нього відсутні мотиви до внутрішніх змін. Вона проявляється у виборі оптимальної комбінації факторів-ресурсів, можливості їх заміщення, спрямованості довгострокової виробничої, маркетингової і техно-

логічної стратегій підприємства. Тому визначення фактичної фондоозброєності товаровиробника і порівняння її з оптимальною відкриває реальний шлях до внутрішньої рівноваги підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оскільки технологічну залежність між витратами агрегованих виробничих факторів «основні виробничі фонди» K , «праці» L і випуском продукції Y в мікроекономіці відображає двофакторна виробнича функція (ВФ), то варто дослідження оптимальної фондоозброєності проводити саме в рамках теорії ВФ.

При цьому слід зазначити, що в економіко-математичній літературі показнику фондоозброєності приділяється недостатньо уваги. Так, Д.Л. Дебертін аналізує алгебраїчні умови максимізації неокласичних ВФ на основі аналізу знаків добутоків перших та других похідних адитивних і мультиплікативних моделей сільськогосподарського виробництва. Він наводить також геометричне тлумачення наявності локальних екстремумів та глобального максимуму на базі сідлових точок поверхні ВФ. При цьому Дебертін не зв'язує проблему максимізації випуску продукції з визначенням рівня оптимальної фондоозброєності в рамках досліджуваних ВФ [1, с. 105–111].

Аналіз літературних джерел останніх років показав, що підхід до вивчення показника $\frac{K}{L}$, який потенційно можна і треба оптимізувати на основі ВФ, теж повністю відсутній. Наприклад, у роботах [2; 3] розглядаються питання визначення сутності й умови максимізації неокласичних ВФ, але оцінка впливу рівня фондоозброєності на випуск продукції не наводиться.

Проблеми дослідження еластичності заміщення капіталу, вкладеного в основні виробничі фонди і робочу силу, обговорені авторами роботи [4], які аналізували CES-функцію. Вони обґрунтували, що більш висока еластичність заміщення може призвести до більш високого рівня фондоозброєності з максимізацією випуску продукції, що має вирішальне значення для економічного зростання.

Певний прорив у дослідженні показника фондоозброєності на базі двофакторних ВФ спостерігався з появою наукових напрацювань в Одеському національному економічному університеті [5, с. 388–393; 6; 7], в яких уперше визначено оптимум товаровиробника в разі застосування ВФ Кобба-Дугласа в її класичному і динамізованому (з урахуванням фактору часу) варіантах.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Ми вважаємо, що під час вирішення проблеми оптимізації фондоозброєності на базі ВФ як шляху до внутрішньої рівноваги підприємства важливішим є визначення показників оптимального сполучення виробничих факторів K , L .

Мета статті полягає в обґрунтуванні комплексного підходу до побудови формул оптимальної фондоозброєності в рамках найбільш популярних в економічних дослідженнях ВФ із використанням основних положень теорії мікроекономіки, зокрема еквіваржінального принципу, траєкторії росту тощо.

Виклад основного матеріалу дослідження. У мікроекономіці широко відомий графічний підхід до пошуку оптимуму (внутрішньої рівноваги товаровиробника) у разі двох агрегованих факторів: основних виробничих фондів K і праці L . Суть його полягає у визначенні такої точки з координатами K_1, L_1 , що максимізує випуск продукції Y_1 за заданих загальних витрат капіталу $C_1 = K_1 + L_1$ або мінімізує загальні витрати C_1 на певний випуск продукції Y_1 . Головним методом вирішення даної задачі виступає геометричне тлумачення ізоквант, ізокоств, кута нахилу ізокоств до осі абсцис (рис. 1).

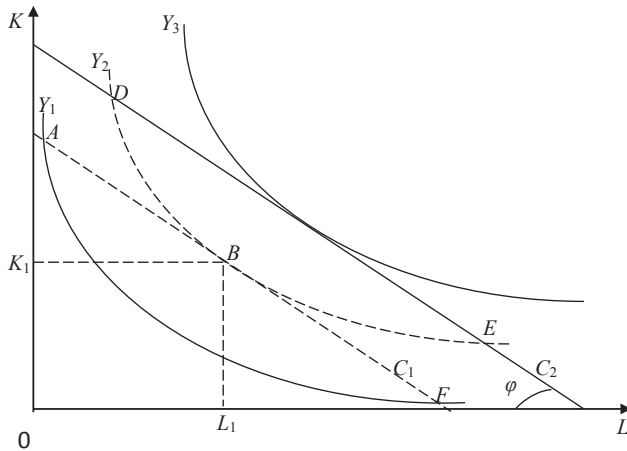


Рис. 1. Визначення оптимальної точки на карті ізоквант та ізокоств виробничої функції ($Y_3 > Y_2 > Y_1$; $C_2 > C_1$)

Джерело: побудовано автором на основі [1]

На рис. 1 комбінації виробничих факторів K та L , що позначені точками A, B, F , лежать на ізокостві C_1 і на двох ізоквантах Y_1, Y_2 . Але найкраща з них – комбінація у точці B , оскільки вона забезпечує найбільший випуск продукції Y_2 . Отже, комбінація виробничих факторів, що максимізує випуск, – це точка дотику ізокостви та найвищої з можливих ізоквант.

Комбінації факторів K та L , позначені точками D, B, E на рис. 1, лежать на одній ізокванті і на двох ізокоствах C_1, C_2 . Усі вони вважаються ефективними, але найкращою з економічного погляду є комбінація в точці B , оскільки вона потребує найменшої суми витрат C_1 . Отже, комбінація виробничих факторів, що мінімізує витрати, – це точка дотику ізокванти до найнижчої з можливих ізокоств.

Таким чином, на рис. 1 в точці B із координатами K_1, L_1 спостерігається оптимальна фондоозброєність ринково-виробничої системи, яка забезпечує максимізацію випуску продукції за заданих загальних витрат (мінімізацію загальних витрат на заданий випуск продукції).

Ми пропонуємо доволі просту можливість економіко-математичного визначення оптимальної фондоозброєності $\frac{K_1}{L_1}$ у рамках двофакторних ВФ на основі викладеного вище графічного підходу до пошуку внутрішньої рівноваги товаровиробника, сутність якого зводиться до такого [1–5].

З курсу геометрії відомо: якщо пряма є дотичною до якоїсь кривої, то в точці дотику кути нахилу цих ліній збігаються (див. рис. 1).

Нахил ізокванти – це гранична норма технологічного заміщення виробничих факторів $MRTS_{LK}$, яка залежить від особливостей виробничого процесу на підприємстві. Вона визначається співвідношенням граничних продуктів виробничих факторів MP_K та MP_L :

$$-\frac{\Delta K}{\Delta L} = MRTS_{LK} = -\frac{MP_K}{MP_L}. \quad (1)$$

Знак «мінус» у формулі (1) указує на те, що один виробничий фактор зростає, а інший зменшується за фіксованого обсягу випуску продукції.

Нахил ізокостви – це ринкова норма технологічного заміщення виробничих факторів, що дорівнює співвідношенню їхніх середніх цін p_K, p_L :

$$-\frac{\Delta K}{\Delta L} = \operatorname{tg} \phi = -\frac{p_K}{p_L}, \quad (2)$$

де ϕ – кут нахилу ізокоств до осі абсцис на рис. 1.

Ясно, що в точці оптимальної комбінації виробничих факторів нахили ізокостви та ізокванти збігаються, тобто виконується рівність:

$$MRTS_{LK} = -\frac{p_K}{p_L}. \quad (3)$$

Звідси в мікроекономіці виводяться дві рівнозначні умови, що характеризують оптимум ринково-виробничої системи.

Умова 1. Співвідношення граничних продуктів виробничих факторів дорівнює співвідношенню їхніх середніх цін:

$$\frac{MP_K}{MP_L} = \frac{p_K}{p_L}. \quad (4)$$

Умова 2. Граничні продукти виробничих факторів, що в середньому припадають на одну грошову одиницю, мають бути однакові:

$$\frac{MP_K}{p_K} = \frac{MP_L}{p_L}. \quad (5)$$

Другу умову часто називають еквіваржінальним принципом: зважені за середніми цінами граничні продукти факторів виробництва мають бути вирівняні. Реалізуючи ці умови, ринково-виробнича система досягає стану внутрішньої рівноваги, тобто найліпшого поєднання ресурсів.

Очевидно, що в разі вимірювання всіх змінних Y, K, L у грошових одиницях граничні продукти факторів виробництва теж знаходяться у вартісному вираженні. Тому формулу (5) можна представити так:

$$MP_K^* = MP_L^*, \quad (6)$$

де MP_K^*, MP_L^* – граничні продукти основних виробничих фондів та праці, виражені через їх кількості в натуральному вимірі.

З формули (6) випливає, що в точці оптимальної фондоозброєності товаровиробника величина $MRTS_{LK}$ набуває вигляду:

$$MRTS_{LK} = \frac{MP_K^*}{MP_L^*} = 1. \quad (7)$$

Легко довести справедливості і зворотного твердження: якщо для граничної норми технологічного заміщення виробничих факторів виконується умова (7), то ринково-виробнича система знаходиться в точці оптимальної фондоозброєності.

З урахуванням отриманих теоретичних результатів приходимо до висновку: для визначення координат оптимальної фондоозброєності за еквіваржінальним принципом достатньо

знайти вираз його граничної норми технологічного заміщення і прирівняти до одиниці. При цьому передбачається, що граничні продукти факторів виробництва виражені в натуральних одиницях.

Це правило в загальному вигляді формулюється так: *внутрішня рівновага товаровиробника, що характеризується оптимальною фондоозброєністю, полягає у виконанні умови:*

$$MRTS_{LK} = \frac{MP_K^*}{MP_L^*} = \frac{\partial Y}{\partial K} : \frac{\partial Y}{\partial L} = \frac{f'_K(K, L)}{f'_L(K, L)} = 1, \quad (8)$$

де $f'_K(K, L)$, $f'_L(K, L)$ – перші частинні похідні відповідної ВФ за змінними K , L , вираженими в грошових одиницях.

Очевидно, що в довгостроковому періоді може відбуватися одночасна зміна використовуваних виробничих факторів K , L за збільшення обсягу випуску продукції Y . Цей процес графічно відображається зростанням ізокости за відповідного пересування ізокванти з належними точками рівноваги товаровиробника, які з'єднуються кривою – траєкторією росту (рис. 2).

Траєкторія росту являє собою ізокліну, для якої виконується вимога (8). Вона поєднує точки рівноваги товаровиробника відповідно до збільшення сукупних витрат капіталу $C = K + L$ за росту обсягів виробництва Y . Її форма залежить від ефективності нарощування обсягів випуску продукції і відображає дію ефекту масштабу виробництва.

У разі коли підприємства випускають однорідну, або умовно-однорідну продукцію, наприклад вугільні шахти, цементні заводи тощо, деякі змінні ВФ, наприклад Y , L , можуть вимірюватися в натуральних одиницях.

Тоді з формули (4) випливає, що в точці B на рис. 1. вираження (7), (8) приймають такий вигляд:

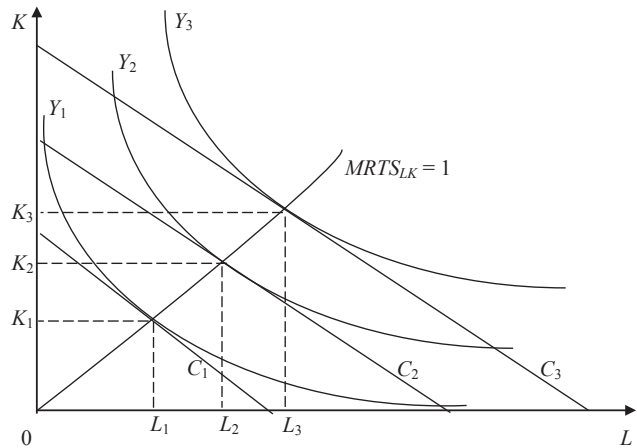


Рис. 2. Траєкторія росту на карті ізоквант та ізокоств виробничої функції, що відображає дію ефекту масштабу виробництва ($Y_3 > Y_2 > Y_1$; $C_3 > C_2 > C_1$)

Джерело: побудовано автором на основі [1; 4]

$$MRTS_{LK} = \frac{MP_K}{MP_L} = \frac{p_K}{p_L},$$

$$MRTS_{LK} = \frac{MP_K}{MP_L} = \frac{\partial Y}{\partial K} : \frac{\partial Y}{\partial L} = \frac{f'_K(K, L)}{f'_L(K, L)} = \frac{p_K}{p_L}. \quad (9)$$

У цій ситуації траєкторія росту на рис. 2 буде визначатися ізокліною, для якої виконуються вимоги (9).

З формул (8), (9) оптимальна фондоозброєність $\frac{K_1}{L_1}$ знаходиться досить просто. Ми застосували запропонований підхід до визначення оптимальної фондоозброєності товаровиробника і засновані на ньому вираження (8), (9) у рамках найбільш популярних в економічних дослідженнях виробничих функцій [6; 8–11]. У таблиці наведено

Таблиця

Важливіші параметри оптимізації фондоозброєності

Назва ВФ, формула	Оптимальна фондоозброєність $\frac{K_1}{L_1}$	Максимальний випуск продукції	Мінімальні витрати капіталу на основні виробничі фонди і оплату праці
1. Кобба-Дугласа $Y = AK^\alpha L^\beta$	$\frac{\alpha}{\beta}$	$A \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^\alpha L_1^{\alpha+\beta}; A \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^\beta K_1^{\alpha+\beta}$	$L_1 \left(\frac{\alpha}{\beta} + 1\right); K_1 \left(\frac{\beta}{\alpha} + 1\right)$
2. CES-функція $Y = A_0 [A_1 K^{-p} + (1 - A_1) L^{-p}]^{-\frac{1}{p}}$	$\left(\frac{A_1}{1 - A_1}\right)^{\frac{1}{1+p}}$	$A_0 L_1^{\frac{1}{1+p}} [(1 - A_1) \left(\frac{K_1}{L_1} + 1\right)]^{-\frac{1}{p}};$ $A_0 K_1^{\frac{1}{1+p}} [A_1 \left(1 + \frac{L_1}{K_1}\right)]^{-\frac{1}{p}}$	$L_1 \left[\left(\frac{A_1}{1 - A_1}\right)^{\frac{1}{1+p}} + 1 \right];$ $K_1 \left[\left(\frac{1 - A_1}{A_1}\right)^{\frac{1}{1+p}} + 1 \right]$
3. Лінійна ВФ $Y = A_1 K + A_2 L$	будь-яка точка ізокоств C_1 за умови $A_1 = A_2 = B$	BC_1	$\frac{Y_1}{B}$
4. ВФ Леонтьєва $Y = \min \left(\frac{K}{c_1}; \frac{L}{c_2} \right)$	$\frac{c_1}{c_2}$	$\frac{C_1}{c_1 + c_2}$	$Y_1 (c_1 + c_2)$
5. ВФ Аллена $Y = A_0 KL - A_1 K^2 - A_2 L^2$	$\frac{A_0 + 2A_2}{A_0 + 2A_1}$	$L_1^2 [A_0 \frac{A_0 + 2A_2}{A_0 + 2A_1} - A_1 \left(\frac{A_0 + 2A_2}{A_0 + 2A_1}\right)^2 - A_2];$ $K_1^2 [A_0 \frac{A_0 + 2A_1}{A_0 + 2A_2} - A_1 - A_2 \left(\frac{A_0 + 2A_1}{A_0 + 2A_2}\right)^2]$	$2L_1 \left(\frac{A_0 + A_1 + A_2}{A_0 + 2A_1}\right);$ $2K_1 \left(\frac{A_0 + A_1 + A_2}{A_0 + 2A_2}\right)$

Джерело: побудовано автором

результати проведених досліджень для заданих загальних витрат капіталу $C_1 = K_1 + L_1$ і продукції Y_1 , коли всі змінні ВФ представлено в грошовому вираженні.

Розглянемо, як впливають певні властивості конкретних ВФ на застосування формул (8), (9) у процесі визначення оптимального співвідношення виробничих факторів K , L . Очевидно, що гранична норма технологічного заміщення ресурсів $MRTS_{KL}$ буде дійсним числом за виконання умови $fK'(K, L) \neq 0$, $fL'(K, L) \neq 0$. Вказана умова зазвичай виконується для субституційних ВФ, у яких еластичність технологічного заміщення факторів не дорівнює нулю. Цю властивість називають гіпотезою про взаємозамінність факторів, або припущенням про їх ненульове заміщення. До субституційних ВФ належать CES-функція, функція Кобба-Дугласа, лінійна ВФ та ін.

У лімітаційних ВФ між витратами ресурсів виробництва і кількістю продукції, що випускається, існують жорсткі технічні співвідношення, тобто певний виробничий результат може бути досягнутий лише у разі єдиної ефективної комбінації факторів. Найвідоміша функція цього виду – ВФ Леонтєва, хоча і для неї існує оптимальна фондоозброєність (див. табл.). Такі функції використовують для моделювання строго детермінованих виробничих процесів, у яких не припустимі відхилення від установлених норм використання ресурсів на одиницю продукції.

Класичним прикладом такої ситуації з технологічним зрушенням може служити копання рову. За ручного «виробництва» для нього необхідний один робочий і одна лопата. Щоб прискорити копання, треба пропорційно збільшити і кількість робочих, і кількість лопат, оскільки за даної технології $\frac{K}{L} \approx const$.

Під час переходу до нової технології, заснованої на механізації ручної праці, відбувається якісний

стрибок як виробітку продукції, так і величини нової фондоозброєності. При цьому теж повинна виконуватися вимога постійної фондоозброєності, але на більш високому технологічному рівні.

Висновки. Приймаючи до уваги наведені розміркування, можна стверджувати, що запропонований підхід до пошуку оптимального співвідношення ресурсів справедливий тільки в рамках субституційних двофакторних ВФ, для яких прибуткованню ненульове технологічне заміщення факторів.

Запропонована методологія забезпечує задовільні результати як під час дослідження варіації важливіших показників суб'єктів господарської діяльності у часі, так і в процесі аналізу рядів розподілу в просторі, наприклад за даними групи підприємств галузі. Крім того, моделювання емпіричної інформації на базі двофакторних ВФ дає змогу аналітично визначити оптимальну фондоозброєність у вигляді певної формули, а також указати, в який бік відхиляється вона від оптимального значення. Дійсно, нехай фактична гранична норма технологічного заміщення ВФ товаровиробника у формулах (8), (10) вирівнюється від одиниці (від співвідношення цін p_K/p_L). Тоді можливі дві ситуації: 1) $MRTS_{LK} > 1 (p_K/p_L)$; 2) $MRTS_{LK} < 1 (p_K/p_L)$.

У першому випадку це буде свідчити про те, що фактична фондоозброєність перевищує оптимальну. У цій ситуації слід констатувати надмірні витрати капіталу, що спрямований в основні виробничі фонди порівняно з коштами на оплату праці. Тобто товаровиробнику слід скоротити надлишкове технологічне устаткування або підвищити фонд оплати праці за рахунок залучення додаткових робітників, посилення матеріального стимулювання тощо. Ясно, що у випадку $MRTS_{LK} < 1 (p_K/p_L)$ управлінські рекомендації дзеркально протилежні: ринково-виробничій системі потрібно нарощувати фондоозброєність живої праці.

Список використаних джерел:

1. Debertin D.L. Agricultural Production Economics. Amazon Createspace. 2012. P. 413.
2. Pavelescu F. Some aspects of the translog production function estimation. Romanian Journal of Economics. 2011. Vol. 32. Issue 1(41). P. 131–150.
3. Turner K., Lange I., Lecca P., Jung Ha.S. Econometric estimation of nested production functions and testing in a computable general equilibrium analysis of economy-wide rebound effects. Stirling Economics Discussion Paper 2012-08, Stirling Management School, University of Stirling. 2012.
4. Daniels Gerald, Kakar Venoo. Economic Growth and the CES Production Function with Human Capital Economics. Bulletin. 2017. Vol. 37. Issue 2. P. 930–951. URL: <https://ssrn.com/abstract=2878578> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2878578>.
5. Економетрія : навч. посіб. / за ред. А.Ф. Кабака, О.В. Проценка. Одеса: НМЦО-ОДЕУ, 2003. 562 с.
6. Янковий В.О. Прогнозування зони беззбитковості інвестицій у хлібопекарську промисловість за допомогою виробничої функції. Вісник соціально-економічних досліджень ОДЕУ. 2006. № 22. С. 410–414.
7. Черевко Є.В. Оптимальна фондоозброєність та початковий капітал. Вісник соціально-економічних досліджень ОДЕУ. 2007. № 26. С. 359–365.
8. Янковий В.О., Янковий О.Г. Фондоозброєність у машинобудуванні України: реальність і оптимальність. Економіка України. 2018. № 8(681). С. 16–29.
9. Янковий В.О. Економіко-математичне дослідження фондоозброєності в виробничих функціях як інструмент максимізації випуску продукції. Науково-методичні аспекти обліково-аналітичної системи підприємства: монографія; за заг. ред. В.В. Немченка. Одеса: Фенікс, 2016. С. 162–175.
10. Янковий В.О. Пошук оптимуму товаровиробника в рамках N-факторних виробничих функцій. Інфраструктура ринку. 2017. № 7. С. 430–436. URL: http://www.market-infr.od.ua/journals/2017/7_2017_ukr/74.pdf.
11. Yankovyi V. Optimization of capital-labor ratio is a new applicable aspect of two-factor production functions. Danish Scientific Journal. 2018. № 9. P. 29–32.

Янковой В. А.

Одесский национальный экономический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОНДОВООРУЖЕННОСТИ — ПУТЬ К ВНУТРЕННЕМУ РАВНОВЕСИЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Резюме

Обосновано понятие оптимальной фондовооруженности предприятия по критерию максимизации реализованной продукции при заданных общих затратах производственных факторов. Исследованы теоретические проблемы оптимизации фондовооруженности предприятия на базе двухфакторных производственных функций. Предложен путь к внутреннему равновесию товаропроизводителя по траектории роста, проходящей через точки с единичной предельной нормой технологического замещения производственных факторов.

Ключевые слова: фондовооруженность, оптимизация, внутреннее равновесие, производственная функция.

Iankovyi V. O.

Odessa National Economic University

OPTIMIZATION OF CAPITAL-LABOR RATIO — THE WAY TO THE INTERNAL EQUILIBRIUM OF THE ENTERPRISE

Summary

The concept of the optimal capital-labor ratio of the enterprise is substantiated according to the criterion of maximization of sold products at given total costs of production factors. The theoretical problems of optimization of the capital-labor ratio of an enterprise on the basis of two-factor production functions are researched. The path to the internal equilibrium of the commodity producer according to the trajectory of growth passing through points with the margin limit of technological substitution of production factors equal to one is proposed.

Key words: capital-labor ratio, optimization, internal equilibrium, production function.