

КОНЦЕПЦИЯ МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОВОООРУЖЕННОСТИ ЖИВОГО ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

В статье рассматривается концепция оценки энерговооруженности живого труда на предприятиях, что позволяет при прогнозировании производительности труда от уровня технического потенциала использовать как показатель фондовооруженности, так и показатель энерговооруженности, именно взаимосвязь этих показателей в основном и предопределяет динамику развития экономики рассматриваемого хозяйственного объекта.

Ключевые слова: энерговооруженность, фондовооруженность, производительность живого труда, математическая модель.

Существующие в настоящее время математические модели экономической динамики представляют собой формальное описание множеств вариантов развития экономической системы, или траекторий экономики, удовлетворяющих тем или иным требованиям. Траекторией в дальнейшем будем называть отображение, которое каждому значению переменной времени ставит в соответствие состояние экономики в данный момент времени.

Если для переменной времени допускаются любые значения из некоторого интервала множеств вещественных чисел, то соответствующую модель называют моделью с непрерывно меняющимся временем, или непрерывной моделью. Если переменная времени принимает только целые значения, то говорят о модели с дискретным временем, или о дискретной модели. Для описания зависимости производительности труда от фондовооруженности или энерговооруженности предлагается функция Кобба-Дугласа.

Зависимость производительности труда от фондовооруженности можно описать в виде функции Кобба — Дугласа:

$$f(k) = F(k, 1) = Ak^\alpha l^{1-\alpha} = Ak^\alpha \quad (1)$$

По смыслу величина k является фондовооруженностью живого труда, а функция $f(k)$ устанавливает зависимость производительности труда от фондовооруженности.

Динамика величины k описывается дифференциальным уравнением [1]

$$\frac{dk}{dt} = s \cdot f(k) - \eta \cdot k, \quad (2)$$

где s — норма накопления $0 \leq s \leq 1$; η — постоянный (возможно меняющийся в зависимости от

совершенства фондов) коэффициент, учитывающий затраты на возмещение, восстановление износа фондовооруженности.

Среди траекторий, удовлетворяющих уравнению (2), существует особая, *стационарная*, траектория, вдоль которой начальное значение фондовооруженности сохраняется постоянным во все моменты времени.

Однако поскольку k^* — стационарное значение, то выполняется равенство

$$s \cdot f(k^*) - \eta \cdot k^* = 0 \quad (3)$$

или $s \cdot f(k^*) = \eta \cdot k^*$.

Следовательно

$$c(k^*) = f(k^*) - s \cdot f(k^*) = f(k^*) - \eta \cdot k^*,$$

то есть

$$c(k^*) = f(k^*) - \eta \cdot k^*, \quad (4)$$

где $c(k^*)$ — фонд потребления.

Фонд потребления увеличивается лишь до тех пор, пока рост производительности труда, вызванный ростом k^* (который в свою очередь является следствием увеличения нормы накопления), опережает рост величины совокупного возмещения $\eta \cdot k^*$. Формально необходимым условием максимума величины $c(k^*)$ в точке \bar{k}^* является выполнение в этой точке равенства

$$\frac{dc(\bar{k}^*)}{dk} = 0, \text{ или } \frac{df(\bar{k}^*)}{dk} = \eta, \quad (5)$$

Достаточные условия выполняются автоматически, поскольку

$$\frac{d^2c}{dk^2} = \frac{d^2f(k)}{dk^2} < 0.$$

Следовательно, из (5) при $f(k^*) = A \cdot (k^*)^\alpha$ получим оптимальную стационарную фондовооруженность

$$\bar{k}^* = \left(\frac{\alpha \cdot A}{\eta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}. \quad (6)$$

Соответствующее значение оптимальной нормы накопления находят из (3):

$$s = \frac{\eta \cdot \bar{k}^*}{f(\bar{k}^*)} = \alpha. \quad (7)$$

Зависимость между фондовооруженностью и энерговооруженностью живого труда не является линейной, то есть с увеличением энерговооруженности стоимость основных производственных фондов увеличивается не прямо пропорционально, а с некоторым уменьшением стоимости единицы энерговооруженности. Иначе – энергоемкость технологии растет быстрее, нежели ее стоимость.

Если представить эту зависимость в виде

$$k = a \cdot p^\lambda, \quad (8)$$

p – энерговооруженность, кВт/чел. или л. с./чел.; a и λ – постоянные коэффициенты.

Откуда $p = \left(\frac{k}{a} \right)^{\frac{1}{\lambda}}$.

Тогда $\frac{dk}{dt} = \frac{d(a \cdot p^\lambda)}{dt} = s \cdot A \cdot (a \cdot p^\lambda)^\alpha - \eta \cdot a \cdot p^\lambda$

И, соответственно, оптимальная энерговооруженность, соответствующая стационарной траектории развития, будет равна

$$p_{\text{опт}} = \left(\frac{k}{a} \right)^{\frac{1}{\lambda}} = \left[\frac{\left(\frac{\alpha \cdot A}{\eta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}}{a} \right]^{\frac{1}{\lambda}}. \quad (9)$$

По данным таблиц 1 и 2 получены среднегодовые показатели, приведенные в таблице 3.

Используя среднее отношение среднегодовой фондовооруженности к среднегодовой энерговооруженности, которое равно 5,41, были скорректированы среднегодовые показатели, представленные в таблице 4.

Далее по данным таблицы 4 были получены методом наименьших квадратов математические модели, отражающие зависимости годовой производительности работающих от фондовооруженности, фондовооруженности от энерговооруженности.

Зависимости годовой производительности работающих от фондовооруженности $f(k) = A \cdot k^\alpha = 1,149444 \cdot k^{0,69}$. Коэффициент детерминации равен 60%. Полученная зависимость представлена на рисунке 1.

Зависимость фондовооруженности от энерговооруженности $k = a \cdot p^\lambda = 66,3466 \cdot p^{0,371824}$. Коэффициент детерминации равен 55%. Полученная зависимость представлена на рисунке 2.

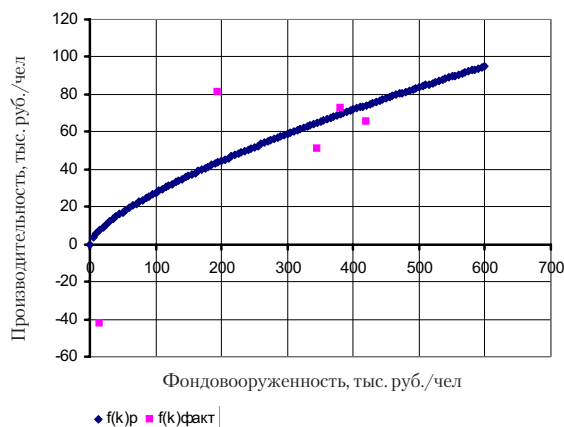


Рисунок 1. Зависимость производительности труда от фондовооруженности

Таблица 1. Исходные данные по энерговооруженности и стоимости основных производственных фондов

Наименование предприятия	Энерговооруженность, л. с./чел.					Стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.				
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
ООО «Агрофирма»						7043	23344	20604	21502	19912
СПК им. Ю.А. Гагарина	36	36			42	105274	85188	164484	96468	189269
ООО «Колос»						4247	1617	1143	836	618
ООО «Степное»	78	78			88,1	24503	40678	33334	33247	48336
«Экспериментальное»	89					16138	32464	51860	114899	12353

Тогда получим оптимальную стационарную фондовооруженность

$$\bar{k}^* = \left(\frac{\alpha \cdot A}{\eta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = \left(\frac{0,69 \cdot 1,149444}{0,1} \right)^{\frac{1}{1-0,69}} = 796,32 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Соответствующее значение оптимальной нормы накопления

$$\bar{s} = \frac{\eta \cdot \bar{k}^*}{f(\bar{k}^*)} = \alpha = 0,69.$$

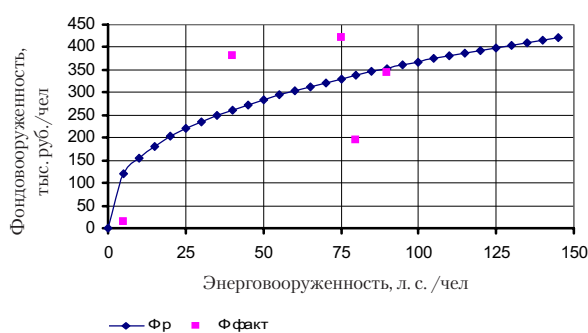


Рисунок 2. Зависимость фондовооруженности от энерговооруженности работающих

Зависимость между энерговооруженностью живого труда и фондовооруженностью не является линейной, то есть с увеличением фондовооруженности (стоимости основных производственных фондов) рост энерговооруженности замедляется, что соответствует закону падающей производительности факторов, то есть дальнейшее увеличение мощности машин и механизмов требует значительно больших затрат и, как следствие, энерговооруженность растет медленнее, чем фондовооруженность. Это обусловлено тем, что с увеличением мощности силовой установки цена единицы мощности увеличивается. Таким образом, если представить зависимость цены единицы мощности силовой установки от ее мощности в форме $\omega = p^\lambda$, где ω – цена единицы мощности силовой установки; p – мощность силовой установки; λ – коэффициент пропорциональности (коэффициент эластичности цены единицы мощности силовой установки относительно ее мощности, показывающий на сколько процентов изменится цена при изменении мощности установки на один процент). Иначе –

Таблица 2. Данные по трудовым ресурсам и прибыли

Наименование предприятия	Среднесписочная численность работников, чел.					Прибыль от реализации продукции (убыток), тыс. руб.				
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
ООО «Агрофирма»	49	49	49	49	24	8079	12187	198	1425	-7438
СПК им. Ю.А. Гагарина	356	316	346	379	290	24149	34318	36910	11020	16275
ООО «Колос»	135	118	117	124	147	-6026	-9272	-5280	-11332	4997
ООО «Степное»	190	189	201	182	168	30088	22081	22164	86	1258
«Экспериментальное»	149	145	152	103	113	9479	9332	5513	4582	5001

Таблица 3. Среднегодовые показатели

Наименование предприятия	Энерговооруженность, л. с./чел.	Фондовооруженность, тыс. руб./чел.	Годовая производительность труда, тыс. руб./чел.	Стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.	Среднесписочная численность работников, чел.	Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.
ООО «Агрофирма-СВ»		420,0	65,7	18481	44	2890,2
СПК им. Ю.А. Гагарина	38	379,8	72,7	128136,6	337,4	24534,4
ООО «Колос»		13,2	-42,0	1692,2	128,2	-5382,6
ООО «Степное»	81,4	193,7	81,4	36019,6	186	15135,4
«Экспериментальное»	89	344,0	51,2	45542,8	132,4	6781,4

Таблица 4. Скорректированные среднегодовые показатели

Наименование предприятия	Энерговооруженность, л. с./чел.	Фондовооруженность, тыс. руб./чел.	Годовая производительность труда, тыс. руб./чел.	Стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.	Среднесписочная численность работников, чел.	Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.
ООО «Агрофирма-СВ»	77,6	420,0	65,7	18481	44	2890,2
СПК им. Ю.А. Гагарина	38	379,8	72,7	128136,6	337,4	24534,4
ООО «Колос»	2,4	13,2	-42,0	1692,2	128,2	-5382,6
ООО «Степное»	81,4	193,7	81,4	36019,6	186	15135,4
«Экспериментальное»	89	344,0	51,2	45542,8	132,4	6781,4

энергоёмкость технологии растёт медленнее, нежели её стоимость.

Тогда фондовооруженность работника можно выразить через энерговооруженность в виде уравнения $k = a \cdot p \cdot \omega = a \cdot p^{1+\lambda}$, где p – энерговооруженность, кВт/чел, или л. с./чел.; k – фондовооруженность, тыс. руб./чел.; a и λ – постоянные коэффициенты, причем коэффициент a характеризует долю стоимости основных производственных фондов, приходящуюся непосредственно на силовые агрегаты, а коэффициент λ характеризует пропорциональность между стоимостью силовых агрегатов общей стоимостью основных производственных фондов.

Для обоснования оптимальной энерговооруженности работников можно применить макроэкономический подход, основанный на односекторной модели экономической динамики Солоу.

Следовательно, оптимальная энерговооруженность будет равна

$$p_{\text{опт}} = \left(\frac{k}{a} \right)^{\frac{1}{\lambda}} = \left(\frac{796,32}{66,34662} \right)^{\frac{1}{0,371824}} = 799,16 \text{ л.с./чел.}$$

На рис. 3 представлена динамика составляющих модели развития предприятия в за-

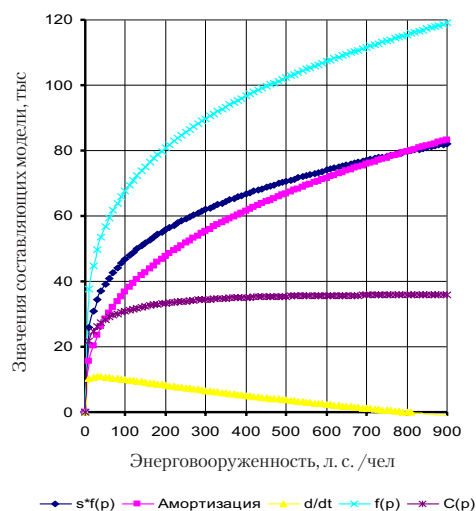


Рисунок 3. Динамика составляющих модели

висимости от энерговооруженности работающих.

При этом следует ожидать годовую производительность живого труда в пределах $f(k_{\text{опт}}) = 115,4$ тыс. руб./чел. в год. При доле накопления $s_{\text{опт}} = 0,69$ максимальное потребление составит $c(k_{\text{опт}}) = 35,777$ тыс. руб./чел. в год и $s \cdot f(k_{\text{опт}}) = 79,632$ тыс. руб./чел. в год на поддержание фондовооруженности и энерговооруженности на стационарном уровне, соответственно, $k_{\text{опт}} = 796,32$ тыс. руб./чел. и $p_{\text{опт}} = 799,16$ л. с./чел.

14.11.2012

Список литературы:

1. Базаров, М. К. *max* информации при *min* сложности методов количественного анализа (пособие начинающему исследователю). Монография / М. К. Базаров, П. И. Огородников. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2008. – 357 с.
2. Базаров, М. К. Методика оптимизации фондовооруженности предприятия [Электронный ресурс] / М. К. Базаров, В. Ю. Чиркова // Эл. журнал «Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН». – 2012. – № 1. – Режим доступа : <http://regnet.uran.ru/ej/issue-or>.

Сведения об авторах:

- Огородников Петр Иванович**, директор Оренбургского филиала Института экономики УРО РАН, доктор технических наук, профессор, Заслуженный работник Высшей школы РФ
- Базаров Михаил Константинович**, научный сотрудник Оренбургского филиала Института экономики УРО РАН, кандидат технических наук, доцент, e-mail: mikha.bazarov@yandex.ru
- Коровин Вячеслав Юрьевич**, соискатель Оренбургского филиала Института экономики УРО РАН 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11; тел. (3532) 772226, e-mail: ofguieuroran@mail.ru
- Крючкова Ирина Викторовна**, доцент кафедры математического анализа Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 372530, e-mail: kr-ir@yandex.ru

UDC 338,45 : 331

Ogorodnikov P.I., Bazarov M.K., Kryuchkova I.V., Korovin Yu.I.

E-mail: ofguieuroran@mail.ru

THE CONCEPT OF THE TECHNIQUE OF OPTIMIZATION OF INSTALLED POWER PER EMPLOYEE OF LIVE WORK AT THE ENTERPRISES

In article the concept of an assessment of installed power per employee of live work at the enterprises that allows when forecasting labor productivity from level of technical potential is considered to use both a *fondovooruzhennost* indicator, and an installed power per employee indicator as the interrelation of these indicators, generally and predetermines dynamism of development of economy of considered economic object.

Key words: installed power per employee, *fondovooruzhennost*, productivity of live work, mathematical model.

Bibliography:

1. Bazarov, M. K. *max* of information *min* complexity of methods of quantitative analysis (benefits start researcher). Monograph / M. K. Bazarov, P. I. Ogorodnikov. – Ekaterinburg : Institute of Economics, Ural Branch of RAS, 2008. – 357 p.
2. Bazarov, M. K. Optimization techniques the assets of the enterprise [Electronic resource] / M. K. Bazarov, V. Yu. Chirkov // El. journal «Bulletin of Orenburg Scientific Center Ural RAS». – 2012. – № 1. – Access mode : <http://regnet.uran.ru/ej/issue-or>.