

ОЦЕНКА ФУНКЦИИ ИЗДЕРЖЕК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ

© 2008 г. П. К. Катышев, С. Я. Чернавский, О. А. Эйсмонт
(Москва)

Анализируется функция издержек сельскохозяйственных организаций России. Поведение сельскохозяйственных предприятий в России соответствует минимизации издержек, при этом рабочая сила, горюче-смазочные материалы и электроэнергия являются статистически значимыми, а удобрения статистически незначимыми факторами производства. Получены соответствующие оценки эластичностей по ценам факторов производства сельскохозяйственной продукции.

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство — одна из тех отраслей российской экономики, которые в наибольшей степени ощутили последствия экономических реформ последних полутора десятилетий. Спад сельскохозяйственного производства достиг к 1998 г. по сравнению с 1990 г. почти 50% (рис. 1).

Основными причинами глубокого спада сельскохозяйственного производства явились сокращение государственных субсидий и значительное повышение цен на основные факторы сельскохозяйственного производства, что привело к существенному изменению структуры издержек. Это наглядно иллюстрируется на рис. 2, где приведена динамика цен на сельскохозяйственную продукцию и основные производственные факторы, используемые в сельском хозяйстве (дизельное топливо, электроэнергия, удобрения, зерновые комбайны).

В результате сокращения субсидий, резкого повышения цен производственных факторов по сравнению с ценами сельскохозяйственной продукции и ростом сельскохозяйственного импорта число убыточных сельскохозяйственных предприятий после 1990 г. резко выросло и достигло к 1998 г. почти 90% (рис. 3).

Высокие цены нефти и либерализация рынка электроэнергии ведут к дальнейшему росту цен на горюче-смазочные материалы (ГСМ) и электроэнергию. В этих условиях важно знать, как отразится на сельскохозяйственном производстве повышение цен на ГСМ, удобрения, электроэнергию, труд, насколько изменится потребление этих факторов производства сельским хозяйством, существенно ли возрастут цены сельскохозяйственной продукции.

Экономические проблемы современного состояния российского сельского хозяйства отражены в ряде работ, выполненных как в России (Безлепкина, 2003; Серова, 2000; Серова, 2001), так и за рубежом (Liefert, Swinnen, 2002; Osborne, Trueblood, 2002; Trzeciak-Duval, 1999). Они посвящены в основном анализу причин глубокого спада российского сельского хозяйства в период экономических реформ. Среди этих работ, однако, весьма мало таких, в которых применяются современные методы эконометрического анализа. Следует отметить, что эти методы широко используются для анализа сельскохозяйственного производства во многих развивающихся странах (см., например (Boyd, 1988; Cornia, 1985; Fulginiti, Perrin, 1998; Ozsabuncuoglu, 1998; Putterman, Chiacu, 1994; Wang et al., 1996)). Из российских исследований, посвященных анализу сельскохозяйственного производства в России, следует отметить работу (Безлепкина, 2003), где оценивалась производственная функция российских сельскохозяйственных предприятий. При этом основное внимание уделялось влиянию финансовых показателей (кредиторская задолженность, государственные субсидии) на работу этих предприятий. В качестве текущего агрегированного фактора производства использовалась стоимостная оценка материальных затрат на горюче-смазочные материалы, электроэнергию, удобрения и т.п., что не позволило оценить влияние указанных факторов на сельскохозяйственное производство.

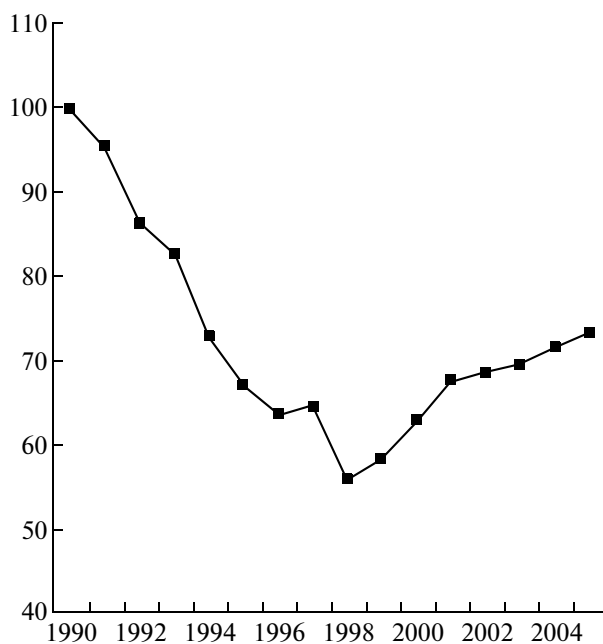


Рис. 1. Динамика сельскохозяйственного производства в России в сопоставимых ценах (1990 г. принят за 100%).

Источник: (Цены в России, 1996–2006).

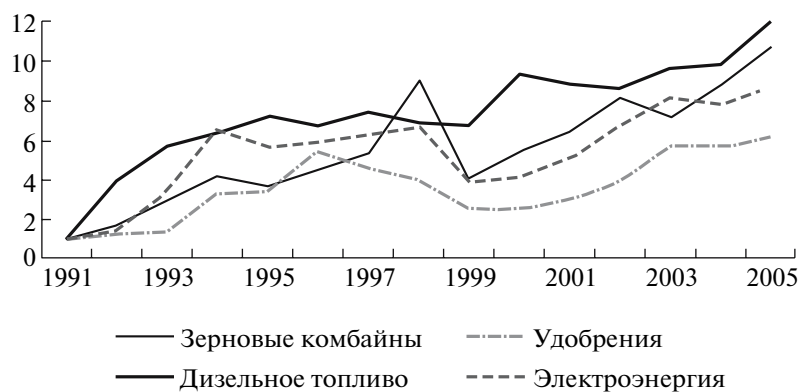


Рис. 2. Динамика индексов (дефлированных по ценам реализации сельхозпродукции) цен приобретения сельскохозяйственными организациями факторов производства.

Источник: (РСЕ, 2004; РСЕ, 2006).

1. МОДЕЛЬ

Для ответа на вопрос о том, как отразится на сельскохозяйственном производстве повышение цен на горюче-смазочные материалы, удобрения, электроэнергию, труд, насколько изменится потребление этих факторов производства сельским хозяйством, существенно ли возрастут цены сельскохозяйственной продукции, достаточно знать конкретный вид производственной функции либо функции издержек сельскохозяйственных предприятий. Вообще говоря, согласно принципу двойственности, зная производственную функцию, можно найти функцию издержек и, наоборот, имея функцию издержек, можно определить производственную функцию. Таким образом, теоретически оба подхода практически эквивалентны. Проблема заключается в том, чтобы адекватно оценить производственную функцию или функцию издержек, чему и посвящено дальнейшее изложение.

Выбор того, какую функцию (производственную или издержек) использовать для эконометрической оценки, зависит от поведения соответствующих экономических агентов. Если эконо-

мические агенты стремятся к максимизации прибыли, то следует оценивать производственную функцию. Если же целью экономических агентов является минимизация издержек, то оценивать следует функцию издержек. На практике предприятия, как правило, сталкиваются с рядом ограничений (как технологического, так и спросового характера) на объем выпуска. Так, например, потребление молока едва ли может превысить некоторый уровень. Кроме того, в условиях сравнительно стабильного рынка предприятия имеют определенную долю рынка и стараются ее сохранить. При этом естественно стремление предприятий снижать издержки. С учетом приведенных соображений более адекватной представляется оценка функции издержек.

Основными факторами производства, используемыми в процессе сельскохозяйственной деятельности, являются земля, машины и оборудование, труд, горюче-смазочные материалы (бензин и дизельное топливо), электроэнергия, удобрения. Кроме того, на выпуск сельскохозяйственного предприятия большое влияние оказывают почвенно-климатические условия (качество почв, температура, количество осадков и т.д.). Предполагается, что влияние почвенно-климатических условий можно учесть с помощью некоторого агрегированного фактора f . Тогда производственная функция может быть представлена в виде

$$Y = F(f, x_1, \dots, x_n), \quad (1)$$

где Y — выпуск сельскохозяйственной продукции; x_i — количество используемого в процессе производства фактора производства с номером i ; n — число производственных факторов.

В соответствии с предполагаемым поведением сельскохозяйственного предприятия, ориентированным на минимизацию издержек, его задача может быть описана следующим образом:

$$\min_{x_i} \sum_i P_i x_i \quad (2)$$

при условии

$$F(f, x_1, \dots, x_n) = Y, \quad (3)$$

где P_i — цена фактора производства с номером i ; Y — заданный объем выпуска. Из решения задачи (2), (3) нетрудно получить

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} / \frac{\partial F}{\partial x_j} = \frac{P_i}{P_j}. \quad (4)$$

Из (3), (4) можно определить функции спроса на факторы производства

$$x_i = x_i(f, Y, P_1, \dots, P_n). \quad (5)$$

Зная функции спроса (5), можно найти функцию издержек

$$C = \sum_i P_i x_i(f, Y, P_1, \dots, P_n). \quad (6)$$

откуда с учетом (5) следует, что

$$C = C(f, Y, P_1, \dots, P_n). \quad (7)$$

Функция издержек является линейно однородной по ценам факторов производства. Зная функцию издержек (7), которая может быть оценена эконометрически, нетрудно ответить на поставленные выше вопросы: как скажется повышение цен на горюче-смазочные материалы, электроэнергию и другие факторы производства на их потреблении сельским хозяйством, а так-

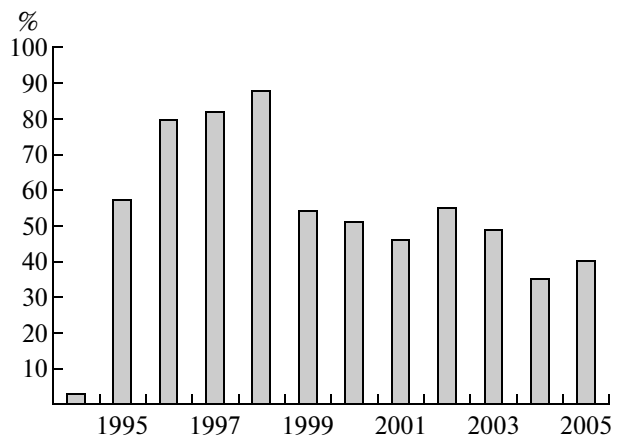


Рис. 3. Доля убыточных предприятий в общем числе российских сельскохозяйственных предприятий.

же на ценах сельскохозяйственной продукции. В соответствии с леммой Шепарда спрос на фактор производства с номером i определяется соотношением:

$$x_i = \frac{\partial C}{\partial P_i}, \quad (8)$$

откуда, зная (7), можно найти соответствующие функции спроса $x_i = x_i(f, Y, P_1, \dots, P_n)$.

Предполагая, что рынок сельскохозяйственных продуктов достаточно конкурентен, можно определить, как меняются цены сельскохозяйственной продукции в зависимости от цен производственных факторов. Учитывая, что в конкурентных условиях цены сельскохозяйственной продукции P_Y равны предельным издержкам их производства, получаем

$$P_Y = \frac{\partial C}{\partial Y}, \quad (9)$$

откуда находится цена сельскохозяйственной продукции в зависимости от цен факторов и объема производства $P_Y = P_Y(f, Y, P_1, \dots, P_n)$.

При практическом оценивании функции издержек в российском сельском хозяйстве возникают проблемы, связанные с учетом двух производственных факторов — капитала и площади сельскохозяйственных угодий. Надежных данных по оценке капитала сельскохозяйственных предприятий в России до сих пор нет. Кроме того, отсутствуют данные по рыночной цене капитала и рыночной стоимости сельскохозяйственных земель. Поэтому предполагается, что капитал сельскохозяйственных предприятий оставался неизменным в течение всего периода, за который имеются используемые в работе статистические данные. Это предположение можно считать вполне оправданным, так как в течение периода экономических реформ инвестиции в сельскохозяйственные машины и оборудование были относительно невелики. Помимо этого площади сельскохозяйственных угодий предполагаются заданными экзогенно, т.е. сельскохозяйственные предприятия не выбирают площади сельскохозяйственных угодий в зависимости от их цен. В этих условиях в качестве издержек учитываются лишь так называемые переменные издержки, не включающие стоимость капитала и земли, т.е. только расходы сельскохозяйственных предприятий на рабочую силу, энергию, удобрения.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Для оценки функции издержек желательно иметь данные о работе сельскохозяйственных предприятий, так как именно они выступают в роли экономических агентов, принимающих конкретные решения. К сожалению, отсутствуют данные о потреблении сельскохозяйственными предприятиями горюче-смазочных материалов, электроэнергии и других факторов производства, а также о ценах, по которым эти факторы приобретались. Поэтому в качестве исходных для эконометрических оценок использовались предоставленные Госкомстатом России соответствующие данные по 74 регионам России за 1995–2002 гг., при этом выборка включала 5% сельскохозяйственных предприятий в каждом регионе. Исходные данные содержали информацию об объеме выпуска сельскохозяйственных предприятий, площадях сельскохозяйственных угодий, объемах потребления бензина, дизельного топлива, удобрений, электроэнергии, рабочей силе, урожайности зерновых культур, а также ценах приобретения соответствующих факторов производства. Список исходных данных (в скобках указаны их обозначения и единицы измерения) включает: объем сельскохозяйственной продукции (Y , млн. руб.); число работников, занятых в сельском хозяйстве (L , чел.); средняя зарплата в сельском хозяйстве (P_L , руб./мес.); количество бензина, использованного в сельском хозяйстве (G , т); цена бензина (P_G , руб./т); количество дизельного топлива, использованного в сельском хозяйстве (D , т); цена дизельного топлива (P_D , руб./т); объем электроэнергии, использованной в сельском хозяйстве (E , тыс. кВтч); цена электроэнергии (P_E , руб./МВтч); количество внесенных удобрений (F , т); цена удобрений (P_F , руб./т); площадь сельскохозяйственных угодий (S , тыс. га); урожайность зерновых культур (f , ц/га).

Так как исходные данные были представлены в номинальных ценах, для определения физических объемов производства в качестве дефлятора использовалась цена продуктовой корзины из 25 продуктов в каждом регионе. В качестве дефлятора цен факторов производства использовалась стоимость корзины потребительских товаров в каждом регионе. Поскольку в России до сих пор отсутствуют надежные экономические оценки качества сельскохозяйственных угодий,

Таблица 1. Описательные статистики факторов производства и их цены

Переменная	Число наблюдений	Среднее статистическое значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Y	578	2682.22	2016.16	134.10	13362.24
L	592	7033.652	6206.023	194.70	39328.00
P_L	578	284.66	165.35	53.62	1382.41
G	569	4453.44	4142.03	82.00	27068.00
P_G	568	1313.17	334.16	107.20	3088.60
D	569	11426.48	11330.46	49.00	66707.00
P_D	567	1097.98	338.27	361.67	2789.83
E	567	53263.63	49122.42	117.07	375866.50
P_E	565	119.39	73.95	3.10	780.90
F	559	5760.20	9217.55	6.00	66806.86
P_F	557	572.15	293.15	27.85	2146.58
S	592	1239.13	1239.01	22.50	5832.60
f	592	14.71	5.99	3.50	42.10

Таблица 2. Описательные статистики долей расходов в общих расходах

Переменная	Число наблюдений	Среднее статистическое значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение
Заработная плата	555	0.4697	0.1359	0.0975	0.9062
Бензин	555	0.1182	0.0376	0.0087	0.2916
Дизельное топливо	555	0.2420	0.0883	0.0390	0.5780
Электроэнергия	555	0.1169	0.0608	0.0001	0.5314
Удобрения	555	0.0532	0.0462	0.0000	0.3531

Таблица 3. Коэффициенты корреляции

	Y	L	P_L	G	P_G	D	P_D	E	P_E	F	P_F	S	f
Y	1												
L	0.87	1											
P_L	-0.02	-0.23	1										
G	0.84	0.83	-0.10	1									
P_G	-0.06	-0.26	0.40	-0.17	1								
D	0.79	0.81	-0.19	0.92	-0.16	1							
P_D	-0.07	-0.29	0.43	-0.17	0.86	-0.19	1						
E	0.72	0.71	-0.07	0.80	-0.19	0.77	-0.19	1					
P_E	-0.16	-0.19	0.60	-0.14	0.32	-0.14	0.30	-0.23	1				
F	0.61	0.50	-0.03	0.61	-0.07	0.61	-0.06	0.50	-0.12	1			
P_F	-0.07	-0.11	0.41	-0.09	0.31	-0.09	0.28	-0.13	0.53	-0.15	1		
S	0.77	0.86	-0.25	0.80	-0.22	0.87	-0.21	0.68	-0.18	0.37	-0.12	1	
f	0.42	0.31	-0.07	0.34	0.02	0.31	0.02	0.15	-0.01	0.53	-0.03	0.16	1

фактором, отражающим влияние почвенно-климатических и погодных условий на сельскохозяйственное производство, считалась урожайность зерновых культур.

Табл. 1 содержит описательные статистики этих переменных. Отметим, что для некоторых регионов данные оказались неполными, поэтому во втором столбце табл. 1 число наблюдений неодинаковое.

В табл. 2 представлены описательные статистики долей расходов по каждому фактору производства в общих расходах. В табл. 3 приведены выборочные коэффициенты корреляции переменных.

Как и следовало ожидать, объем выпуска сельскохозяйственной продукции высоко коррелирован с производственными факторами (объемами потребляемого топлива, удобрений, расходом электроэнергии, площадью сельскохозяйственных угодий). В свою очередь, коэффициенты корреляций между производственными факторами также достаточно велики. Из ценовых факторов следует отметить высокую (0.86) корреляцию цен на бензин и дизельное топливо (что вполне понятно) и относительно высокую (0.60) корреляцию между ценой электроэнергии и зарплатой. Следует также отметить сравнительно высокую корреляцию между ценой электроэнергии и ценой удобрений. Напомним, что азотные удобрения составляют значительную долю всех применяемых в сельском хозяйстве удобрений. Корреляция цен объясняется тем, что основным продуктом, используемым при производстве как азотных удобрений, так и электроэнергии, является природный газ. Можно отметить относительно слабую корреляцию между площадью сельскохозяйственных угодий и количеством вносимых удобрений (в отличие от других факторов производства), а также между производством сельскохозяйственной продукции и урожайностью. Это может объясняться тем, что в имеющейся исходной выборке доля зерновых хозяйств относительно невелика. Большая часть остальных коэффициентов корреляции незначима, иными словами, нет оснований отвергать гипотезу о том, что эти коэффициенты равны нулю.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНИВАНИЯ

Вначале оценивалась функция издержек (7) в достаточно общей транслогарифмической спецификации в предположении ее гомотетичности в следующем виде:

$$\ln C = \alpha_0 + \beta_f f + \beta_S \ln S + 0.5 \beta_{SS} (\ln S)^2 + \beta_Y \ln Y + 0.5 \alpha_{YY} (\ln T)^2 + \sum_i \beta_i \ln P_i + 0.5 \sum_{i,j} \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j. \quad (10)$$

С учетом линейной однородности функции издержек по ценам производственных факторов должны выполняться следующие ограничения на оцениваемые коэффициенты:

$$\sum_i \alpha_i = 1, \quad \sum_i \gamma_{ij} = \sum_j \gamma_{ij} = 0. \quad (11)$$

Имеющиеся исходные данные позволяют проводить оценки на основе панельных данных, что дает возможность учесть такие факторы, как качество управления, географическое положение и т.п., явно коррелирующие, например, с выпуском Y , который включается в правую часть соответствующих уравнений. В рассматриваемом случае использование панельных данных тем более существенно, что позволяет учесть, помимо прочего, региональные различия в объемах используемого сельскохозяйственными предприятиями капитала, сколь-нибудь надежные данные по которому, как указывалось выше, отсутствуют.

В предположении постоянства отдачи от масштаба оценку транслогарифмической функции издержек часто сводят к оценке уравнений для долей факторов производства в совокупных издержках (см., например (Berndt, Wood, 1975; Andrikopoulos et al., 1989)), что упрощает оценивание. Подобная процедура, однако, неприменима к задаче оценивания функции издержек на основе панельных данных.

Затраты на производство сельскохозяйственной продукции, как отмечалось ранее, включают расходы на зарплату, бензин, дизельное топливо, электроэнергию и удобрения.

Для того чтобы оценить уравнение (10) при ограничениях (11), необходимо перейти к новым переменным. Введем, далее, с учетом второй группы ограничений (11) следующие обозначения для новых объясняющих переменных:

Таблица 4. Оценивание уравнения (14) (фиксированный эффект). Зависимая переменная $\ln C - \ln P_F$

Переменные	Коэффициенты	Стандартные ошибки	<i>t</i> -статистики	<i>P</i> -значения
F	0.003	0.003	0.74	0.462
$\ln S$	-0.320	0.433	-0.74	0.460
$(\ln S)^2$	0.102	0.034	2.96	0.003
$\ln Y$	0.109	0.396	0.28	0.783
$(\ln Y)^2$	-0.001	0.026	-0.03	0.973
$\ln P_L - \ln P_F$	-0.263	0.294	-0.89	0.371
$\ln P_E - \ln P_F$	0.154	0.108	1.42	0.155
$\ln P_G - \ln P_F$	-0.380	0.378	-1.00	0.316
$\ln P_D - \ln P_F$	1.425	0.444	3.21	0.001
W_{LE}	-0.031	0.059	-0.53	0.598
W_{LG}	-0.055	0.155	-0.36	0.721
W_{LD}	0.050	0.151	0.33	0.740
W_{LF}	-0.099	0.059	-1.68	0.093
W_{EG}	-0.199	0.119	-1.67	0.095
W_{ED}	0.203	0.115	1.76	0.078
W_{EF}	0.044	0.039	1.13	0.258
W_{GD}	0.012	0.058	0.21	0.831
W_{GF}	0.228	0.157	1.45	0.149
W_{DF}	-0.154	0.159	-0.97	0.334
Константа	7.952	1.486	5.35	0.000
$R^2_{within} = 0.786; R^2_{between} = 0.886; R^2_{overall} = 0.860$				

$$\begin{aligned}
W_{LE} &= Z_{LE} - Z_{LL} - Z_{EE}, \quad W_{LG} = Z_{LG} - Z_{LL} - Z_{GG}, \quad W_{LD} = Z_{LD} - Z_{LL} - Z_{DD}, \quad W_{LF} = Z_{LF} - Z_{LL} - Z_{FF}, \\
W_{EG} &= Z_{EG} - Z_{EE} - Z_{GG}, \quad W_{ED} = Z_{ED} - Z_{EE} - Z_{DD}, \quad W_{EF} = Z_{EF} - Z_{EE} - Z_{FF}, \\
W_{GD} &= Z_{GD} - Z_{GG} - Z_{DD}, \quad W_{GF} = Z_{GF} - Z_{GG} - Z_{FF}, \\
W_{DF} &= Z_{DF} - Z_{DD} - Z_{FF},
\end{aligned} \tag{12}$$

где

$$\begin{aligned}
Z_{LL} &= (\ln P_L)^2, \quad Z_{LE} = \ln P_L \ln P_E, \quad Z_{LG} = \ln P_L \ln P_G, \quad Z_{LD} = \ln P_L \ln P_D, \quad Z_{LF} = \ln P_L \ln P_F, \\
Z_{EE} &= (\ln P_E)^2, \quad Z_{EG} = \ln P_E \ln P_G, \quad Z_{ED} = \ln P_E \ln P_D, \quad Z_{EF} = \ln P_E \ln P_F, \\
Z_{GG} &= (\ln P_G)^2, \quad Z_{GD} = \ln P_G \ln P_D, \quad Z_{GF} = \ln P_G \ln P_F, \\
Z_{DD} &= (\ln P_D)^2, \quad Z_{DF} = \ln P_D \ln P_F, \\
Z_{FF} &= (\ln P_F)^2.
\end{aligned} \tag{13}$$

Тогда уравнение (10) с учетом ограничений (11) запишется в следующем виде:

$$\begin{aligned}
\ln C - \ln P_F &= \alpha + \beta_f f + \beta_S \ln S + \beta_{SS} (\ln S)^2 + \beta_Y \ln Y + \beta_{YY} (\ln Y)^2 + \beta_L (\ln P_L - \ln P_F) + \\
&+ \beta_E (\ln P_E - \ln P_F) + \beta_G (\ln P_G - \ln P_F) + \beta_D (\ln P_D - \ln P_F) + \beta_{LE} W_{LE} + \beta_{LG} W_{LG} + \\
&+ \beta_{LD} W_{LD} + \beta_{LF} W_{LF} + \beta_{EG} W_{EG} + \beta_{ED} W_{ED} + \beta_{EF} W_{EF} + \beta_{GD} W_{GD} + \beta_{GF} W_{GF} + \beta_{DF} W_{DF}.
\end{aligned} \tag{14}$$

Результаты оценивания этого уравнения для модели с фиксированным эффектом приведены в табл. 4.

Поясним смысл коэффициентов детерминации в моделях с панельными данными. В обычных моделях линейной регрессии коэффициент детерминации определяется как доля объясненной вариации зависимой переменной. При этом оказывается, что он совпадает с квадратом коэффициента корреляции между исходными и прогнозными значениями зависимой переменной. Для моделей с панельными данными понятие коэффициента детерминации требует некоторой модификации и уточнения.

В общем случае модель с панельными и индивидуальными эффектами имеет вид:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, n, \quad t = 1, \dots, T,$$

где n — число объектов (экономических единиц), T — длина временного периода наблюдений, y — зависимая переменная, x — набор независимых объясняющих переменных, α_i — величина индивидуального эффекта объекта i , β — набор коэффициентов, ε — случайная ошибка. При оценивании моделей с панельными данными используются так называемые межгрупповое (*between*) и внутригрупповое (*within*) преобразования. Межгрупповое преобразование представляет собой переход от исходных значений к средним по времени для каждого объекта:

$$x_{it} \longrightarrow \bar{x}_i, \quad y_{it} \longrightarrow \bar{y}_i, \quad \text{где} \quad \bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it}, \quad \bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it}.$$

Внутригрупповое преобразование — это переход от исходных значений к отклонениям от средних по времени для каждого объекта:

$$x_{it} \longrightarrow x_{it} - \bar{x}_i, \quad y_{it} \longrightarrow y_{it} - \bar{y}_i.$$

Если $\hat{\beta}$ — оценка набора параметров β (в нашем случае оценка с фиксированным эффектом), то соответствующие коэффициенты детерминации определяются как квадраты выборочных коэффициентов корреляции следующих величин:

within: $y_{it} - \bar{y}_i$ и $\hat{y}_{it} - \hat{y}_i$;

between: $\bar{y}_i$ и $\hat{y}_i$;

overall: y_{it} и $\hat{y}_{it}$.

Здесь $\hat{y}_{it} = x'_{it}\hat{\beta}$, $\hat{y}_i = \bar{x}'_i\hat{\beta}$. Иными словами, коэффициенты детерминации характеризуют качество подгонки исходных величин (*overall*), средних по времени (*between*) и отклонений от средних (*within*).

Очевидно, что большая часть коэффициентов оказалась незначимой, причем некоторые из них имеют “неправильные” знаки. Оценивание этого же уравнения в модели со случайным эффектом дает с содержательной точки зрения аналогичные результаты. Следует отметить, что между объемом выпуска Y и площадью сельскохозяйственных угодий S существует существенная положительная связь, однако удаление любой из этих переменных из уравнения (14) не улучшает ситуацию. В табл. 5 приведены результаты оценивания уравнения (14), из которого исключены переменные f , $\ln S$, $(\ln S)^2$.

Результаты оценивания уравнения (14) свидетельствуют о неадекватности транслогарифмической спецификации функции издержек. Поэтому в дальнейшем для оценки функции издержек используется спецификация Кобба—Дугласа:

$$\ln C = \alpha + \beta_Y \ln Y + \beta_S \ln S + \beta_L \ln P_L + \beta_G \ln P_G + \beta_D \ln P_D + \beta_E \ln P_E + \beta_F \ln P_F + \beta_f f. \quad (15)$$

Использование теста Хаусмана дает значение соответствующей χ^2 -статистики, равное 46.17, что при восьми степенях свободы позволяет уверенно отвергнуть гипотезу о случайном эффекте в пользу гипотезы о фиксированном эффекте.

Результаты оценивания уравнения (15) для случая фиксированного эффекта приведены в табл. 6.

Все оцениваемые коэффициенты (кроме коэффициента при урожайности) имеют “правильные” (положительные) знаки, при этом все они (кроме коэффициентов при выпуске, цене удобрений и урожайности) статистически значимы на уровне 95%. Незначимость коэффициента при

Таблица 5. Оценивание уравнения (14) после удаления S и f (фиксированный эффект). Зависимая переменная $\ln C - \ln P_F$

Переменные	Коэффициенты	Стандартные ошибки	t -статистики	P -значения
$\ln Y$	0.426	0.385	1.11	0.268
$(\ln Y)^2$	-0.001	0.025	-0.03	0.979
$\ln P_L - \ln P_F$	-0.214	0.323	-0.66	0.509
$\ln P_E - \ln P_F$	-0.064	0.118	-0.54	0.588
$\ln P_G - \ln P_F$	-0.259	0.419	-0.62	0.537
$\ln P_D - \ln P_F$	1.521	0.495	3.07	0.002
W_{LE}	-0.111	0.063	-1.76	0.080
W_{LG}	-0.166	0.172	-0.97	0.334
W_{LD}	0.311	0.166	1.88	0.061
W_{LF}	-0.121	0.066	-1.85	0.065
W_{EG}	-0.038	0.132	-0.29	0.774
W_{ED}	0.106	0.128	0.83	0.408
W_{EF}	0.036	0.043	0.82	0.410
W_{GD}	-0.105	0.064	-1.66	0.098
W_{GF}	0.280	0.175	1.59	0.112
W_{DF}	-0.177	0.178	-1.00	0.320
Константа	8.524	1.489	5.73	0.000

$R^2_{within} = 0.731$; $R^2_{between} = 0.784$; $R^2_{overall} = 0.720$

Таблица 6. Оценки уравнения (15) (фиксированный эффект). Зависимая переменная $\ln C$ (издержки)

Переменные	Коэффициенты	Стандартные ошибки	t -статистики	P -значения
$\ln Y$ (выпуск)	0.070	0.059	1.18	0.238
$\ln S$ (площадь)	0.869	0.091	9.54	0.000
$\ln P_L$ (зарплата)	0.502	0.062	8.05	0.000
$\ln P_G$ (цена бензина)	0.117	0.060	1.96	0.050
$\ln P_D$ (цена диз. топлива)	0.207	0.060	3.44	0.001
$\ln P_E$ (цена электроэнергии)	0.084	0.036	2.36	0.019
$\ln P_F$ (цена удобрений)	0.027	0.028	0.99	0.321
f (урожайность)	0.001	0.003	0.19	0.851
Константа	5.356	0.580	9.24	0.000

$R^2_{within} = 0.626$; $R^2_{between} = 0.838$; $R^2_{overall} = 0.795$

выпуске может объясняться эффектом мультиколлинеарности, т.е. высокой корреляцией между выпуском и площадью сельскохозяйственных угодий (табл. 3).

Отметим, что когда функцией издержек является функция Кобба–Дугласа, а сельскохозяйственные предприятия минимизируют издержки, оцениваемые коэффициенты при ценах факторов производства должны быть равны долям соответствующих факторов в издержках. Сравним оценки коэффициентов при ценах факторов производства, приведенные в табл. 6, с долями соответствующих производственных факторов в издержках, приведенными в табл. 2, следует отметить, что их значения (за исключением коэффициента при потреблении электроэнергии) весьма близки. Это может служить дополнительным аргументом в пользу предположения, что сельскохозяйственные предприятия минимизируют издержки. Несколько большее отличие эластичности издержек по цене электроэнергии от ее доли в издержках можно объяснить следующим образом. Доля потребляемой сельскохозяйственными предприятиями электроэнергии,

Таблица 7. Оценка уравнения (15) после исключения незначимых переменных (фиксированный эффект). Зависимая переменная $\ln C$ (издержки)

Переменные	Коэффициенты	Стандартные ошибки	t -статистики	P -значения
$\ln S$ (площадь)	0.969	0.071	13.69	0.000
$\ln P_L$ (зарплата)	0.577	0.049	11.85	0.000
$\ln P_G$ (цена бензина)	0.128	0.056	2.29	0.023
$\ln P_D$ (цена дизельного топлива)	0.192	0.055	3.48	0.001
$\ln P_F$ (цена электроэнергии)	0.081	0.033	2.44	0.015
Константа	5.115	0.540	9.48	0.000
$R^2_{within} = 0.649$; $R^2_{between} = 0.826$; $R^2_{overall} = 0.783$				

Таблица 8. Оценка уравнения (16) (фиксированный эффект). Зависимая переменная $\ln C - \ln P_D$

Переменные	Коэффициенты	Стандартные ошибки	t -статистики	P -значения
$\ln S$	0.968	0.071	13.69	0.000
$\ln P_L - \ln P_D$	0.589	0.044	13.42	0.000
$\ln P_G - \ln P_D$	0.138	0.053	2.61	0.009
$\ln P_E - \ln P_D$	0.083	0.033	2.52	0.012
Константа	4.977	0.487	10.23	0.000
$R^2_{within} = 0.705$; $R^2_{between} = 0.849$; $R^2_{overall} = 0.813$				

расходуемой на освещение и приборы учета и контроля, составляет, включая потери, около 50% (Шанин, 2004). Это на порядок выше, чем в других отраслях экономики, за исключением социальной сферы. Из этого следует, что половина потребляемой сельским хозяйством электроэнергии крайне слабо зависит от изменения выпуска сельскохозяйственной продукции. Поэтому эластичность издержек по цене электроэнергии оказывается ниже доли электроэнергии в издержках.

Согласно экономической теории, функция затрат должна быть линейно однородна по ценам, что равносильно выполнению равенства $\beta_L + \beta_G + \beta_D + \beta_E + \beta_F = 1$. Тестирование гипотезы о линейной однородности функции издержек по ценам производственных факторов (H_0 : $\beta_L + \beta_G + \beta_D + \beta_E + \beta_F = 1$) с помощью стандартного F -теста дает значение P , равное 0.316, что позволяет не отвергать на любом разумном уровне значимости гипотезу H_0 .

Можно также проверить, что в приведенной выше регрессии переменные $\ln Y$, $\ln P_F$ и f совместно незначимы. Исключая незначимые члены из уравнения (15), получаем результат, отраженный в табл. 7.

Тестируя гипотезу H_0 : $\beta_L + \beta_G + \beta_D + \beta_E = 1$, получаем P -значение 0.554, что позволяет уверенно не отвергать ее. Полагая $\beta_D = 1 - (\beta_L + \beta_G + \beta_E)$ и исключая переменные $\ln Y$, $\ln P_F$ и f из уравнения (26), получаем следующее уравнение:

$$\ln C - \ln P_D = \alpha + \beta_S \ln S + \beta_L (\ln P_L - \ln P_D) + \beta_G (\ln P_G - \ln P_D) + \beta_E (\ln P_E - \ln P_D). \quad (16)$$

Оценивание регрессии (16) с фиксированным эффектом приводит к результатам, приведенным в табл. 8.

Учитывая, что площадь сельскохозяйственных угодий и выпуск сельскохозяйственной продукции высоко коррелированы, имеет смысл рассмотреть вариант уравнения (27) с заменой в нем переменной $\ln S$ на переменную $\ln Y$ и добавлением переменной f в следующем виде:

$$\ln C - \ln P_D = \alpha + \beta_Y \ln Y + \beta_f f + \beta_L (\ln P_L - \ln P_D) + \beta_E (\ln P_E - \ln P_D). \quad (17)$$

Результаты оценивания уравнения (17) с фиксированным эффектом приведены в табл. 9.

Таблица 9. Оценка уравнения (17) (фиксированный эффект). Зависимая переменная $\ln C - \ln P_D$

Переменные	Коэффициенты	Стандартные ошибки	t-статистики	P-значения
$\ln Y$	0.284	0.044	6.52	0.000
f	-0.013	0.003	-4.05	0.000
$\ln P_L - \ln P_D$	0.714	0.048	14.93	0.000
$\ln P_E - \ln P_D$	0.097	0.038	2.54	0.011
$\ln P_G - \ln P_D$	0.138	0.063	2.19	0.029
Константа	9.558	0.326	29.36	0.000
$R^2_{within} = 0.632$; $R^2_{between} = 0.440$; $R^2_{overall} = 0.380$				

Несмотря на то что оценки уравнений (16), (17) дают вполне удовлетворительные результаты, следует отметить, что эластичность издержек по цене дизельного топлива оказывается весьма низкой (около 5%), что не соответствует доле дизельного топлива в издержках (около 25%). Кроме того, явно завышенной оказывается эластичность издержек по заработной плате (0.714). Поэтому уравнение (16) представляется более предпочтительным.

Таким образом, на основе проведенных оценок функция издержек сельскохозяйственного производства в России может быть представлена в следующем виде:

$$C = 6.5S^{0.97}P_L^{0.59}P_E^{0.08}P_D^{0.19}P_G^{0.14}. \quad (18)$$

Необходимо отметить, что из выражения (18) отнюдь не следует, что издержки сельскохозяйственного производства не зависят от объема выпуска сельскохозяйственной продукции. Дело в том, что, как отмечалось выше, площади сельскохозяйственных угодий и выпуск сельскохозяйственной продукции высоко коррелированы, поэтому переменная S , хотя и неявно, фактически отражает влияние выпуска.

Полученная в результате оценивания функция издержек позволяет определить, как скажется на спросе на факторы производства и на ценах сельскохозяйственной продукции изменение цен труда, горюче-смазочных материалов и электроэнергии.

Исходя из вида функции издержек (18), функции спроса на производственные факторы будут иметь вид

$$L = 3.84S^{0.97}P_L^{-0.41}P_E^{0.08}P_D^{0.19}P_G^{0.14}, \quad (19)$$

$$E = 0.52S^{0.97}P_L^{0.59}P_E^{-0.92}P_D^{0.19}P_G^{0.14}, \quad (20)$$

$$D = 1.24S^{0.97}P_L^{0.59}P_E^{0.08}P_D^{-0.81}P_G^{0.14}, \quad (21)$$

$$G = 0.91S^{0.97}P_L^{0.59}P_E^{0.08}P_D^{0.19}P_G^{-0.86}. \quad (22)$$

Таким образом, повышение на 10% цен на электроэнергию, дизельное топливо и бензин приводит к сокращению спроса со стороны сельского хозяйства на эти факторы производства на 9.2, 8.1 и 8.6%, соответственно.

Зависимость цен сельскохозяйственной продукции от цен производственных факторов согласно (9) и (18) будет иметь вид

$$P_Y = \varphi(Y, S)P_L^{0.59}P_E^{0.08}P_D^{0.19}P_G^{0.14}, \quad (23)$$

где функция $\varphi(Y, S)$ отражает зависимость цен сельскохозяйственной продукции от объема производства и площади сельскохозяйственных угодий. Хотя эта функция не может быть определена непосредственно с помощью эконометрических методов из-за высокой корреляции между выпуском и площадью сельскохозяйственных угодий, это не препятствует оценке влияния цен таких производственных факторов, как труд, электроэнергия, дизельное топливо, бензин, на цену сельскохозяйственной продукции.

Из (23), в частности, следует, что рост цен на электроэнергию и горюче-смазочные материалы на 10% ведет к росту цен сельскохозяйственной продукции на 0.8 и 3.3%, соответственно.

Полученные результаты могут быть использованы для анализа последствий либерализации цен на горюче-смазочные материалы и электроэнергию для сельского хозяйства в России.

4. ВЫВОДЫ

Поведение сельскохозяйственных предприятий в России соответствует минимизации издержек, а не максимизации прибыли.

При оценке функции издержек сельскохозяйственного производства в России на основе панельных данных адекватной является спецификация Кобба—Дугласа в модели с фиксированным эффектом.

При оценке функции издержек статистически значимыми оказываются следующие факторы производства: рабочая сила, горюче-смазочные материалы и электроэнергия; удобрения статистически незначимы.

Повышение на 10% цен на рабочую силу, дизельное топливо, бензин или электроэнергию приводит к росту цен сельскохозяйственной продукции на 5.9, 1.9, 1.4 и 8%, соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Безлепкина И.** (2003): Сельскохозяйственное производство в российских регионах: анализ панельных данных // *Труды консорциума экономических исследований и образования — Россия и СНГ*. № 01-34.
- Всемирный Банк (1993): Всемирный Банк. Российская реформа на пороге структурных перемен. Вашингтон. Февраль.
- Серова Е.** (2000): Аграрная политика и группы интересов. ИЭПП. [Http://www.iet.ru/personal/agro/finland1.htm](http://www.iet.ru/personal/agro/finland1.htm).
- Серова Е.** (2001): Аграрная реформа в России: содержание и результаты. ИЭПП. [Http://www.iet.ru/personal/agro/finland1.htm](http://www.iet.ru/personal/agro/finland1.htm).
- РСЕ (2004): Российский статистический ежегодник. Статистический сборник: официальное издание. М.: Статистика России.
- РСЕ (2006): Российский статистический ежегодник. Статистический сборник: официальное издание. М.: Статистика России.
- Цены в России (1996—2006): Цены в России. Статистический сборник: официальное издание. М.: Росстат.
- Шанин С.А.** (2004): Влияние энергосберегающей политики на темпы развития отраслей материального производства (на примере электроэнергетики) // *Проблемы прогнозирования*. № 6.
- Andrikopoulos A.A., Brox J.A., Paraskevopoulos C.C.** (1989): Interfuel and Interfactor Substitution in Ontario Manufacturing, 1962—1982 // *Applied Econ.* Vol. 21.
- Berndt E.R., Wood D.O.** (1975): Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy // *The Rev. of Econ. and Statistics*. V. 57. № 3. P. 259—268.
- Boyd M.L.** (1988): The Performance of Private and Socialist Agriculture in Poland: The Effects of Policy and Organization // *J. of Comparative Econ.* Vol. 12.
- Cornia G.A.** (1985): Farm Size, Land Yields and the Agricultural Production Function: An Analysis for Fifteen Developing Countries // *World Development*. Vol. 13. № 4.
- Fulginiti L.E., Perrin R.K.** (1998): Agricultural Productivity in Developing Countries // *Agricultural Econ.* Vol. 19.
- Liefert W., Swinnen J.** (2002): Changes in Agricultural Markets in Transition Economies // *Econ. Res. Service / USAA*. № 806.
- Liefert W., Lerman Z., Uzun V.Y., Rylko D.N., Gardner B.L.** (2002): Factor Markets in Russia's Agri-food Sector: Frameworks of Further Analysis. Proceedings of the Workshop Held in Golitsyno. Moscow Region. 6—7 July. [Http://ecsocman.edu.ru/db/msg](http://ecsocman.edu.ru/db/msg).
- Osborn S., Trueblood M.A.** (2002): Agricultural Productivity and Efficiency in Russia and Ukraine: Building on a Decade of Reform, Market and Trade Economics Division, Economic Research Service. United States Department of Agriculture // *Agricultural Econ. Report*. № 813.
- Ozsabuncuoglu I.H.** (1998): Production Function for Wheat: A Case Study of Southeastern Anatolian Project (SAP) Region // *Agricultural Economics*. Vol. 18.
- Putterman L., Chiacu A.F.** (1994): Elasticity and Factor Weights for Agricultural Growth Accounting: A Look at the Date for China // *China Econ. Rev.* Vol. 5. № 2.

- Trzeciak-Duval A.** (1999): A Decade of Transition in Central and Eastern European Agriculture // *European Rev. of Agricultural Econ.* Vol. 26. № 3.
- Wang J., Cramer G.L., Wailes E.J.** (1996): Production Efficiency of Chinese Agriculture // *Evidence from Rural Household Survey Data.* Vol. 15.

Поступила в редакцию
19.09.2007 г.

The Estimate of the Costs Function in the Agricultural Production in Russia

P. K. Katyshev, S. Ya. Chernavsky, O. A. Eismont

The authors analyze the costs function of the Russian agricultural enterprises. Behavior of the Russian agricultural enterprises corresponds to minimization of production costs, while the labor, fuels and electricity are statistically significant, while the fertilizers — insignificant production factors. The authors got the relevant price elasticity estimates of the production factors demand and of the agricultural output.