
МОДЕЛИРОВАНИЕ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЛАРУСИ: АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ

Воробьёв В.А.,

*доктор экономических наук, профессор,
Белорусский государственный экономический университет,*

Филипцов А.М.,

*кандидат экономических наук, доцент,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия*

Уровень производительности ресурсов в значительной степени определяет конкурентоспособность предприятий, отраслей и экономики в целом. В данной статье изложены результаты исследования эффективности использования ресурсов в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь (в его крупнотоварном секторе, без учета фермерских и личных подсобных хозяйств).

На основе эмпирических данных по сельскохозяйственному производству Беларуси были построены производственные функции (ПФ), выражающие зависимость между объемами используемых ресурсов и результатами производства. Вследствие непостоянства характеристик экономической деятельности параметры производственной функции во временном разрезе колеблются, поэтому прогнозирование будущих тенденций не может быть абсолютно точным. Тем не менее построение производственных функций позволяет хотя бы приблизительно определить влияние каждого из ресурсов на результат производства и дать прогноз изменений его объемов в связи с изменениями объемов используемых ресурсов.

В некоторых работах [3; 4; 6; 8], отражающих результаты исследований производственных функций применительно к экономике Беларуси, отмечаются сложности, возникающие при построении ПФ в нестабильных условиях трансформационной экономики.

В разработанной нами [1; 2; 5; 7] модели формирования сельскохозяйственного продукта факторными признаками являются показатели использования земельных, трудовых ресурсов, основного и оборотного капитала сельскохозяйственных предприятий. Результативным признаком служит показатель объема товарной продукции сельского хозяйства в оценке по выручке от реализации продукции (валовому доходу). В качестве статистической единицы были взяты административные районы Республики Беларусь (данные за 1994–2004 гг.).

Суть модели в следующем. Сельскохозяйственное производство в различных районах неодинаково по масштабу производства, а также по сочетанию используемых ресурсов. Корреляционно-регрессионная модель позволяет определить эффективность (результативность) использования отдельных видов ресурсов на основе расчета среднего и предельного ресурсных продуктов. В качестве модели использована функция:

$$Y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} x_3^{a_3}, \quad (1)$$

где Y – валовой доход от реализации продукции крупными сельскохозяйственными предприятиями района, млн руб.;

x_1 – стоимость совокупного капитала (основного и оборотного в сопоставимом выражении) в сумме по всем крупным сельскохозяйственным предприятиям района, млн руб.;

x_2 – затраты труда (прямые и накладные – общепроизводственные, общехозяйственные) в сумме по крупным сельскохозяйственным предприятиям района, тыс. чел.-час.;

x_3 – площадь сельскохозяйственных угодий, используемых крупными хозяйствами района, условных гектаров (условный гектар – это 1 га с баллом плодородия 28,9 – средним по стране для сельскохозяйственных угодий);

a_1, a_2, a_3 – коэффициенты регрессии, отражающие степень влияния факторного показателя на результативный (соответственно капитала, труда, земли);

a_0 – свободный коэффициент.

В модели сумма степенных коэффициентов a_1, a_2, a_3 при показателях ресурсов не равна единице, поскольку предполагается возможность существования как положительного, так и отрицательного эффекта масштаба производства.

Для того чтобы свести величины основного и оборотного капиталов в единый показатель, необходимо выразить их в сопоставимых единицах

так как окупаемость номинальной единицы этих двух ресурсов разная. Основной капитал в национальной статистике учитывается по балансовой стоимости, которая далека от рыночной (обычно завышена), а оборотный – по текущей рыночной цене. В результате 1 руб. стоимости основного капитала не равноценен используемому для оценки оборотного капитала – первый намного дешевле последнего. Для сопоставления данных показателей были построены парные линейные корреляционные модели взаимосвязи между объемом основных фондов и валовым доходом, объемом оборотных фондов и валовым доходом. Коэффициенты регрессии при переменных величинах фондов послужили мерилom соотношения стоимости основного и оборотного капитала. Для периода 1994–2004 гг. данные коэффициенты имели значения соответственно: 9,9; 6,3; 7,8; 7,2; 3,8; 6,1; 7,4; 7,2; 6,0; 5,3; 3,9 (т.е. на конец периода 1 руб. стоимости оборотных фондов оценивался как 3,9 руб. балансовой стоимости основных фондов). В производственной функции совокупный капитал оценивался в единицах, сопоставимых с балансовой стоимостью основных фондов.

В формулах 2–12 приведены итоговые параметры построенной производственной функции. Построенная модель характеризуется высокими значениями коэффициентов детерминации (R^2), F -статистики (F) и других показателей значимости модели (t -статистики коэффициентов регрессии – t_{a1} , t_{a2} , t_{a3}). Однако следует отметить, что во второй половине исследуемого периода коэффициенты существенности показателя окупаемости земли были низкими, и это сочеталось с низкими абсолютными значениями коэффициентов регрессии. Данное обстоятельство свидетельствует о незначительном влиянии фактора обеспеченности земельными ресурсами на результативность аграрного производства Беларуси.

Параметры трехфакторной производственной функции формирования валового дохода сельскохозяйственного производства:

$$1994 \text{ г.} - Y = 0,01048 x_1^{0,411} x_2^{0,476} x_3^{0,418}, \\ R^2=0,84, F=6,26; t_{a1} = 3,9; t_{a2} = 4,41; t_{a3} = 2,34; \quad (2)$$

$$1995 \text{ г.} - Y = 0,01251 x_1^{0,642} x_2^{0,315} x_3^{0,379}, \\ R^2=0,90, F=9,97; t_{a1} = 7,31; t_{a2} = 2,33; t_{a3} = 3,05; \quad (3)$$

$$1996 \text{ г.} - Y = 0,00668 x_1^{0,712} x_2^{0,192} x_3^{0,438}, \\ R^2=0,90, F=10,4; t_{a1} = 7,22; t_{a2} = 2,12; t_{a3} = 3,60; \quad (4)$$

$$1997 \text{ г.} - Y = 0,02038 x_1^{0,598} x_2^{0,306} x_3^{0,426};$$

$$R^2=0,93, F=13,5; t_{a1} = 6,55; t_{a2} = 2,84; t_{a3} = 5,03; \quad (5)$$

$$1998 \text{ г.} - Y = 0,01097 x_1^{0,777} x_2^{0,495} x_3^{0,115};$$

$$R^2=0,91, F=11,0; t_{a1} = 6,74; t_{a2} = 3,94; t_{a3} = 2,01; \quad (6)$$

$$1999 \text{ г.} - Y = 0,01543 x_1^{0,780} x_2^{0,716} x_3^{-0,101};$$

$$R^2=0,89, F=8,92; t_{a1} = 6,07; t_{a2} = 4,27; t_{a3} = 0,59; \quad (7)$$

$$2000 \text{ г.} - Y = 0,00531 x_1^{0,793} x_2^{0,605} x_3^{-0,012};$$

$$R^2=0,80, F=5,02; t_{a1} = 4,74; t_{a2} = 2,38; t_{a3} = 0,71; \quad (8)$$

$$2001 \text{ г.} - Y = 0,00145 x_1^{1,156} x_2^{0,369} x_3^{-0,105};$$

$$R^2=0,90, F=9,85; t_{a1} = 11,9; t_{a2} = 2,56; t_{a3} = 0,71; \quad (9)$$

$$2002 \text{ г.} - Y = 0,00153 x_1^{1,065} x_2^{0,424} x_3^{-0,046};$$

$$R^2=0,89, F=9,51; t_{a1} = 10,1; t_{a2} = 2,51; t_{a3} = 0,62; \quad (10)$$

$$2003 \text{ г.} - Y = 0,00293 x_1^{1,052} x_2^{0,600} x_3^{-0,233};$$

$$R^2=0,90, F=10,4; t_{a1} = 10,8; t_{a2} = 3,15; t_{a3} = 1,30; \quad (11)$$

$$2004 \text{ г.} - Y = 0,00866 x_1^{0,683} x_2^{0,809} x_3^{-0,088};$$

$$R^2=0,88, F=8,22; t_{a1} = 6,36; t_{a2} = 5,04; t_{a3} = 0,69. \quad (12)$$

Значения коэффициентов регрессии характеризуют с определенной степенью условности роль отдельных факторов в формировании результативного показателя. Важнейшую роль в формировании валового дохода в течение всего периода (кроме последнего года) играл капитал. Вместе с тем наблюдалась устойчивая тенденция снижения значимости земельных ресурсов в формировании объема товарной продукции, причем с 1999 г. коэффициент регрессии при показателе использования земли (а значит, и предельный продукт земли), рассчитываемый через выручку, стал отрицательным. Значимость трудовых ресурсов колебалась синусоидально в течение исследуемого периода с определенной тенденцией к росту в последние годы.

Динамика значимости земельных ресурсов во многом коррелирует с динамикой продуктивности сельскохозяйственных угодий – с 1994 по 2000 гг. наблюдалось снижение урожайности большинства сельскохо-

зяйственных культур и уровня интенсивности производства. Однако в последние годы урожайность культур и объемы производства сельскохозяйственной продукции начали возрастать, но ростом предельного продукта земли это не сопровождалось. Данную тенденцию можно объяснить снижением общего количества других используемых ресурсов – капитала и труда, в результате чего обнаружился их недостаток для обработки прежних площадей сельскохозяйственных угодий. Таким образом, с конца 90-х годов дальнейшее наращивание сельскохозяйственного производства за счет экстенсивных факторов в Беларуси становится невозможным.

Сложнее объяснить динамику коэффициентов при показателях капитала и труда, поскольку в данном случае приходится учитывать многочисленные и противоречивые экономические тенденции. Так, наблюдается неравномерность обеспечения сельского хозяйства трудовыми ресурсами по регионам Республики Беларусь: в одних районах и хозяйствах наблюдается недостаток рабочей силы, в других – безработица. Характеристика использования капитала также весьма неоднозначна: в формировании объема сельскохозяйственной продукции весьма существенно влияние инфляции, изменения номинальной и реальной стоимости основного и оборотного капитала, колебаний скорости оборота капитала и проч. Подробный анализ этих факторов сложен и выходит за рамки данного исследования.

Поскольку результаты построения трехфакторной производственной функции показали снижающуюся значимость земли как фактора, влияющего на результативность производства, была построена модель с двумя факторами – капиталом и трудом. В формулах 13–23 приведены параметры данной модели. Она характеризуется более низкими значениями коэффициента корреляции и других показателей тесноты связи между факторами и результатом, но более высокими значениями коэффициентов существенности коэффициентов регрессии (t_{ij}), особенно на конец исследуемого периода.

Параметры двухфакторной производственной функции формирования валового дохода сельскохозяйственного производства:

$$1994 \text{ г.} - Y = 0,0448 x_1^{0,446} x_2^{0,765}, \\ R^2=0,83, F=5,78; t_{\theta_1} = 4,25; t_{\theta_2} = 6,87; \quad (13)$$

$$1995 \text{ г.} - Y = 0,0327 x_1^{0,722} x_2^{0,544}, \\ R^2=0,86, F=6,96; t_{\theta_1} = 5,86; t_{\theta_2} = 4,46; \quad (14)$$

$$1996 \text{ г.} - Y = 0,0184 x_1^{0,808} x_2^{0,452}, \\ R^2=0,88, F=8,19; t_{a1} = 7,15; t_{a2} = 4,13; \quad (15)$$

$$1997 \text{ г.} - Y = 0,065 x_1^{0,666} x_2^{0,576}, \\ R^2=0,88, F=8,51; t_{a1} = 5,73; t_{a2} = 5,04; \quad (16)$$

$$1998 \text{ г.} - Y = 0,0159 x_1^{0,786} x_2^{0,577}, \\ R^2=0,87, F=7,85; t_{a1} = 6,44; t_{a2} = 4,69; \quad (17)$$

$$1999 \text{ г.} - Y = 0,0104 x_1^{0,781} x_2^{0,638}, \\ R^2=0,86, F=7,18; t_{a1} = 6,12; t_{a2} = 4,6; \quad (18)$$

$$2000 \text{ г.} - Y = 0,00508 x_1^{0,793} x_2^{0,596}, \\ R^2=0,79, F=4,69; t_{a1} = 4,64; t_{a2} = 3,41; \quad (19)$$

$$2001 \text{ г.} - Y = 0,00098 x_1^{1,150} x_2^{0,292}, \\ R^2=0,87, F=7,64; t_{a1} = 10,2; t_{a2} = 2,38; \quad (20)$$

$$2002 \text{ г.} - Y = 0,00129 x_1^{1,066} x_2^{0,384}, \\ R^2=0,86, F=7,0; t_{a1} = 8,32; t_{a2} = 2,77; \quad (21)$$

$$2003 \text{ г.} - Y = 0,0012 x_1^{1,053} x_2^{0,408}, \\ R^2=0,86, F=7,33; t_{a1} = 8,41; t_{a2} = 3,02; \quad (22)$$

$$2004 \text{ г.} - Y = 0,00625 x_1^{0,682} x_2^{0,740}, \\ R^2=0,88, F=8,18; t_{a1} = 6,37; t_{a2} = 5,92. \quad (23)$$

Динамика коэффициентов эластичности производственной функции (т.е. коэффициентов регрессии, или степеней переменных в модели) свидетельствует о несколько большем в сравнении с фактором труда влиянии фактора капитала на динамику валового дохода (рис. 1).

Произведены расчеты предельных и средних продуктов капитала и труда в денежном выражении, а также взвешенных предельных продуктов ресурсов в условиях среднего района страны (см. таблицу). В общем виде предельный продукт ресурса представляет собой частную производную функции по переменной использования данного ресурса. Средний продукт ресурса в денежном выражении – это объем валового дохода в расчете на

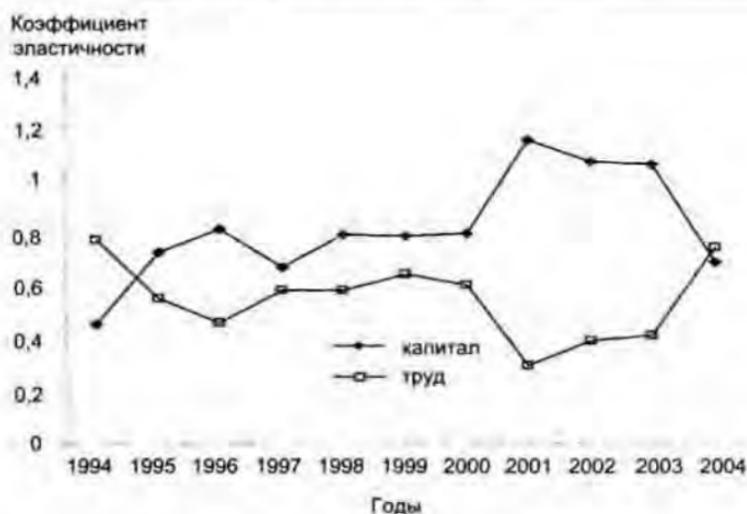


Рис. 1. Коэффициенты эластичности производственной функции

единицу используемого ресурса; взвешенный предельный продукт – это отношение предельного продукта ресурса в денежном выражении к цене данного ресурса. Труд оценен по средней заработной плате с начислениями в сельском хозяйстве. Производительность труда оценена как в рублях (в текущих ценах), так и долларах США по официальному курсу.

Таблица

Динамика предельных, средних продуктов в денежном выражении и взвешенных предельных продуктов капитала и труда в сельскохозяйственном производстве Беларуси

Показатель	Годы										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
MRP_K	0,024	0,088	0,062	0,061	0,101	0,070	0,090	0,091	0,091	0,087	0,077
ARP_K	0,056	0,125	0,080	0,096	0,135	0,097	0,123	0,086	0,093	0,091	0,123
MRP_{L1}	1,028	4,102	5,533	14,93	25,16	112,9	0,498	0,402	0,782	1,028	1,906
ARP_{L1}	1,391	7,751	12,67	26,99	46,03	190,4	0,905	1,488	2,214	2,771	2,797
MRP_{L2}	0,221	0,356	0,407	0,597	0,577	0,408	0,623	0,283	0,433	0,495	0,883
ARP_{L2}	0,299	0,673	0,931	1,080	1,056	0,688	1,131	1,048	1,228	1,335	1,295
$WMRP_L$	1,937	1,175	1,033	1,622	1,329	1,467	1,939	0,749	1,010	1,079	1,385

Примечание: MRP_K – предельный продукт капитала, руб./руб.; ARP_K – средний продукт капитала, руб./руб.; MRP_{L1} – предельный продукт труда, тыс.руб./чел-ч; ARP_{L1} – средний продукт труда, тыс.руб./чел-ч; MRP_{L2} – предельный продукт труда, долл./чел-ч; ARP_{L2} – средний продукт труда, долл./чел-ч; $WMRP_L$ – взвешенный предельный продукт труда, руб./руб.

Динамика предельных, средних и взвешенных продуктов труда и капитала приведена ниже (рис. 2–4). Прежде всего следует отметить, что предельные продукты ресурсов более точно, нежели средние, характеризуют их окупаемость, так как последние приписывают одному виду ресурсов влияние всех прочих факторов. Показатель предельного продукта учитывает лишь влияние данного вида ресурсов, поэтому он обычно ниже, чем показатель среднего.

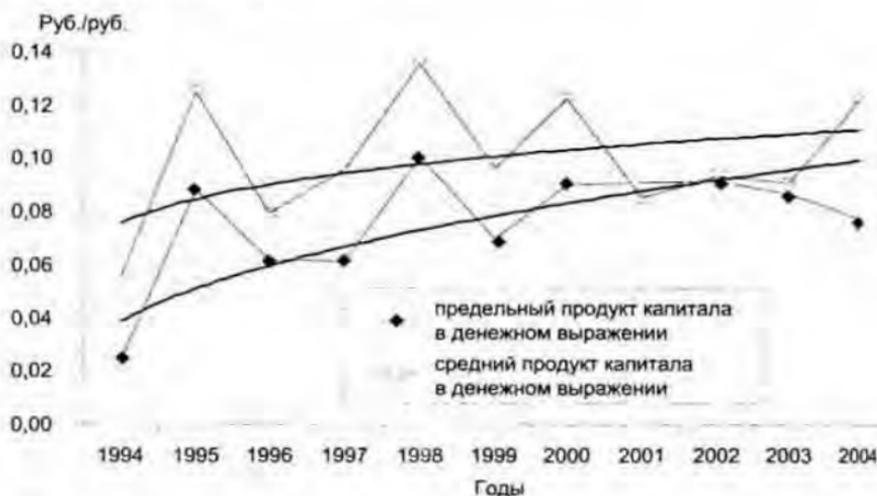


Рис. 2. Динамика предельного и среднего продукта капитала в денежном выражении

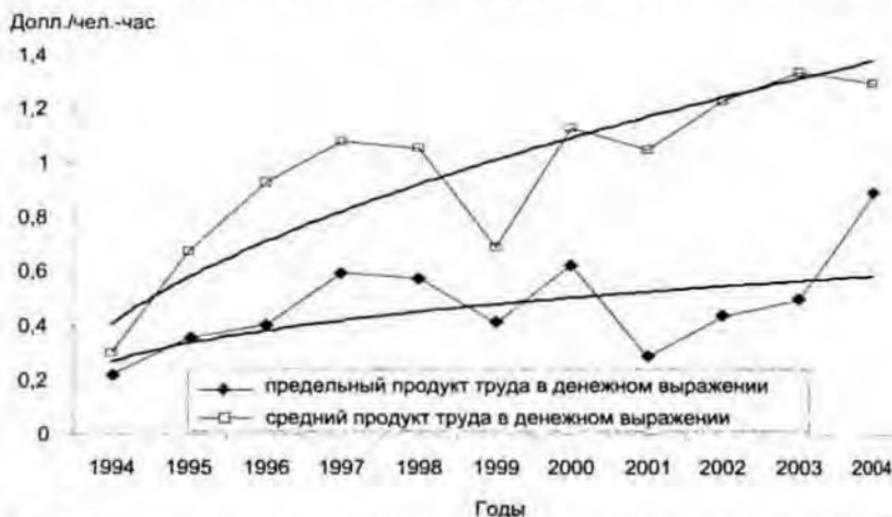


Рис. 3. Динамика предельного и среднего продукта труда в денежном выражении

Значение предельного продукта капитала за исследуемый период показало тенденцию к росту и в среднем составило 0,077. Это означает, что период окупаемости капитальных ресурсов (оцененных по уровню балансовой стоимости основных фондов) в сельском хозяйстве страны составляет порядка 13 лет.

Производительность труда (в рублях и в долларах) существенно возросла за одиннадцать лет. Предельный продукт труда в денежном выражении в 2004 г. составил 0,9 долл./чел.-час., средний – 1,3 долл. Поскольку производительность труда в среднем превышала уровень его оплаты, значения взвешенного предельного продукта были положительными и составили в среднем за период 1,34. Это означает, что каждый рубль, потраченный на оплату труда работников, принес предприятиям аграрного сектора 1,34 руб. валового дохода.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

Построение производственных функций применительно к экономике в целом и ее отдельным отраслям дает возможность получить существенные научные результаты, но интерпретировать их следует осторожно ввиду значительных колебаний параметров модели, которые вызваны, во-первых, вынужденно высокой агрегированностью показателей (что не позволяет учесть многие важные детали), а во-вторых, особенностями нестабильной трансформационной экономики. Для аграрного сектора еще одним фактором колебаний является изменчивость природных условий.

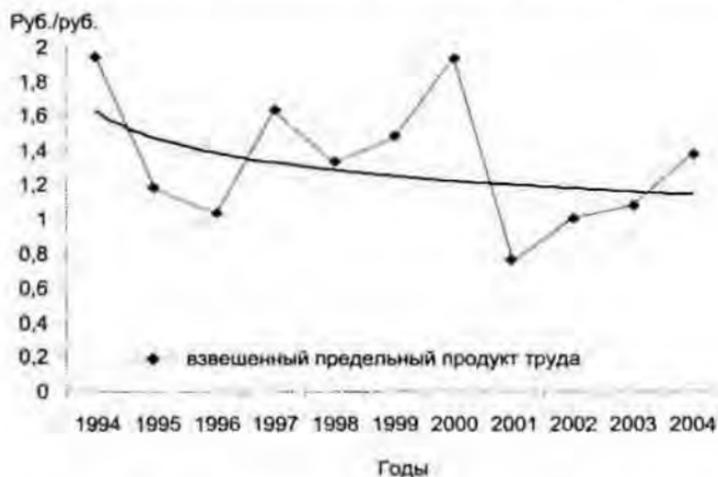


Рис. 4. Динамика взвешенного предельного продукта труда

В крупнотоварном сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь важнейшую роль с точки зрения возможности увеличения валовых доходов играет обеспеченность капитальными ресурсами, несколько меньшую – трудовыми. Обеспеченность сельскохозяйственными землями существенное влияние на валовые доходы предприятий не оказывает (более того, попытка использовать максимально возможные площади может дать отрицательный результат). Показатели производительности как труда, так и капитала показывают тенденцию к росту (отчасти, возможно, вследствие уменьшения объемов обоих видов ресурсов).

Л и т е р а т у р а

1. Воробьев В.А., Филипцов А.М. Оценка эффективности размещения и использования производственных ресурсов в сельском хозяйстве Беларуси // Проблемы агрорынка. 2001. № 2. С. 26–30.
2. Воробьев В.А., Филипцов А.М., Чеплянский Ю.В. Аграрная политика (проблемы методологии, теории и практики). Мн.: ИАЭ НАНБ, 2003. С. 94–128.
3. Кравцов М.К., Шинкевич Н.Н. Производственные функции для промышленности Республики Беларусь // Экономический бюллетень НИЭИ Мин-ва экономики Респ. Беларусь. 2005. № 12. С. 8–12.
4. Пашкевич А.В., Шинкевич Н.Н. Производственные функции в исследованиях экономики Беларуси // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. 2004. № 11. С. 38–44.
5. Филипцов А.М. Производственная функция: построение и анализ применительно к аграриному сектору Беларуси // Экономический вестник. 2003. № 3. С. 517–531.
6. Чубрик А. Отдача от масштаба производственной функции и общефакторная производительность: пример Польши и Беларуси // Экономический вестник. 2002. Вып. 2. № 2. С. 252–275.
7. Шебеко К.К., Воробьев В.А., Филипцов А.М. Анализ эффективности отраслей сельского хозяйства на основе определения альтернативных издержек производства и сравнительных преимуществ // Вестник Бел. гос. сельскохозяйственной академии. 2003. № 4. С. 60–63.
8. Шинкевич Н.Н. Производственные функции в анализе белорусской экономики // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. 2005. № 7. С. 44–49.

