

УДК 330.45

**КАЛИБРОВКА ФУНКЦИЙ РАСХОДОВ И ПРИБЫЛИ  
В МОДЕЛИ ЧАСТИЧНОГО РАВНОВЕСИЯ BEL-ASiM: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ****С.М. ЗЕМЦОВ**

*(Лейбниц институт аграрного развития в странах  
Центральной и Восточной Европы (IAMO), Галле (Заале), Германия);  
канд. экон. наук, доц. А.М. ФИЛИПЦОВ  
(Белорусский государственный экономический университет, Минск)*

*Представлен процесс определения параметров функций расходов и прибыли с помощью метода калибровки в модели частичного равновесия Bel-ASiM. Параметры функций расходов и прибыли калибруются таким образом, чтобы воспроизвести основные экономические показатели базового года с одно-временным соблюдением теоретических предпосылок микроэкономики, описанных выше, и с использованием экспертных оценок специалистов о возможных значениях ценовых и перекрестных эластичностей спроса и предложения по конкретным видам продукции. Использование метода калибровки позволяет находить неизвестные параметры функций с соблюдением теоретических предпосылок микроэкономики. Найденные таким образом значения параметров служат в дальнейшем для моделирования потребительского спроса, предложения продукции и спроса на факторы производства на продукцию.*

**Введение.** Переговорный процесс о вступлении Республики Беларусь в ВТО выдвигает повышенные требования к выработке сценариев дальнейшего развития аграрного сектора. На современном этапе методология анализа аграрной и внешнеэкономической политики должна включать в качестве своей важнейшей компоненты соответствующие экономико-математические модели и средства их реализации, обеспечивающие многовариантные аналитические и прогнозные расчеты.

Использование моделирования с целью математической имитации планируемых и принимаемых мер позволяет:

- 1) системным образом рассматривать развитие продовольственного рынка и процессы международной торговли;
- 2) комплексно понимать многообразие взаимосвязей и взаимообусловленностей в аграрном секторе;
- 3) синтезировать на региональном и национальных уровнях стратегии аграрной и внешнеэкономической политики;
- 4) проводить различные сценарные расчеты и оценивать их последствия;
- 5) исследовать кратко-, средне и долгосрочные эффекты от реализации различного рода мер аграрной и внешнеэкономической политики;
- 6) наладить трансферт знаний между специалистами различных стран в результате использования «единого языка», одной методологической основы, что способствует единому пониманию процессов, отражаемых в модели.

**Основная часть.** Для анализа аграрной политики и ее последствий на продовольственные рынки применяются имитационные модели, которые можно разделить на два основных типа: модели частичного и общего равновесия.

В моделях *частичного равновесия* речь идет о равновесии между спросом и предложением на выбранных рынках продукции при допущениях, что взаимосвязи между эндогенными и экзогенными рынками отсутствуют или несущественны для анализа. Модели частичного равновесия достаточно адекватно описывают аграрный сектор в стабильных макроэкономических условиях и позволяют анализировать результаты воздействий непосредственно влияющих на продовольственный рынок инструментов аграрной политики, но в то же время не позволяют оценить макроэкономические эффекты (изменение национального дохода и уровня занятости), эффекты от перелива ресурсов в более эффективные отрасли, выигрыш от переработки более дешевого импортного сырья в результате снижения отечественных внешне-торговых барьеров etc.

В свою очередь *модели общего равновесия* рассматривают все отрасли экономики, включая рынки факторов производства (труда, капитала и земли). Решением данного типа моделей является общее экономическое равновесие, при котором уравнивается спрос и предложение на всех рынках. Модели общего равновесия позволяют оценить последствия различных вариантов политики (в том числе и тарифной) на рынках продукции, услуг и ресурсов при различных макроэкономических сценариях, учитывая внутриотраслевые и межгосударственные связи. Например, с помощью модели общего равновесия

можно количественно рассчитать сценарий, предполагающий, что в результате переговоров по ВТО будут снижены тарифы на продукцию сельского хозяйства, но в то же время другие, более «эффективные», сектора экономики, получают свободный доступ на зарубежные рынки.

В качестве существенных недостатков моделей общего равновесия можно выделить следующие:

1) структурные уравнения модели, как правило, крайне сложны и соответственно труднодоступны для понимания внешними пользователями;

2) модель использует огромный массив данных, что требует больших затрат ресурсов на разработку.

Следует отметить, что не всегда целесообразно использовать сложные модели общего равновесия, если результаты сценария могут быть получены более простыми методами, например, с помощью моделей частичного равновесия. Основными преимуществами последних мы считаем следующие:

1) взаимосвязи, заложенные в модели, легко прослеживаются;

2) данные, необходимые для работы модели, относительно доступны, либо при определенных условиях они могут быть достаточно точно оценены;

3) результаты сценариев поддаются прозрачной экономической интерпретации и допускают быстрый и качественный анализ многих проблем экономической политики, в том числе и в области внешней политики.

К сожалению, до последнего времени в Республике Беларусь недостаточно уделялось внимания созданию инструментария для системного анализа, прогнозирования развития, а также оценки внешней политики в области АПК.

По нашему мнению, такого рода инструментарий должен включать в себя модели (общего и частичного равновесия, эконометрические etc.), соответствующие базы данных и комплекс пакетов программного обеспечения, которые позволят имитировать альтернативные сценарии аграрной политики.

В связи с этим нами была разработана экономико-математическая модель аграрного сектора Республики Беларусь (Bel-ASiM – **B**elaru**s**sian **A**gricu**S**gricultural **S**imu**L**ation **M**odel).

Экономико-математическая модель аграрного сектора Республики Беларусь Bel-ASiM основывается на неоклассических предположениях, в соответствии с которыми производители максимизируют прибыль, а потребители стремятся к максимизации полезности в соответствии со своими бюджетными ограничениями.

В основе системы потребительского спроса в модели лежит функция расходов, которая подсчитывает минимальные расходы, необходимые для достижения определенного уровня полезности в соответствии с данными рыночными ценами:

$$m_r(U, PD) = \min_{QD_{sr}} \left( \sum_{s \in D_0} PD_{sr} QD_{sr} \mid U_r(QD_{sr}) \geq U_r \right), \forall r \in R. \quad (1)$$

Здесь  $m$  – функция расходов;  $PD$  – уровень потребительских цен;  $QD$  – количество приобретенной продукции;  $U$  – уровень полезности;  $s$  – индексы приобретенной продукции;  $D_0$  – перечень продукции;  $r$  – индексы государств;  $R$  – перечень государств.

В качестве функциональной формы для функции расходов в модели используется нормализованная квадратическая функция расходов.

Нормализованная квадратическая функция расходов имеет вид [4]:

$$m_r(U, PD) = \sum_{s \in D_0} a_{sr} PD_{sr} + \left( \sum_{s \in D_0} b_{sr} PD_{sr} + \frac{1}{2} \frac{\sum_{s \in D_0} \sum_{l \in D_0} \varphi_{slr} PD_{sr} PD_{lr}}{\sum_{s \in D_0} c_{sr} PD_{sr}} \right) \times U_r, \forall r \in R, \quad (2)$$

при ограничениях  $c_{sr} \geq 0$ ;  $\varphi_{slr} = \varphi_{lsr}$ .

Здесь  $a, b, c, \varphi$  – параметры функции расходов;  $l$  – индексы приобретенной продукции.

Мы видим, что данная функция удовлетворяет трем основным свойствам, предъявляемым функции расходов микроэкономической теорией [10, с. 104 – 105]: функция  $m(U, PD)$  1) положительно однородна первой степени по ценам; 2) не убывает по ценам; 3) непрерывна по ценам.

Четвертое свойство (вогнутость по ценам) вводится при помощи ограничений параметров матрицы  $C_r = \varphi_{slr}$  с целью достижения отрицательной полуопределенности последней.

Для этого применяется факторизация Холецкого [4]:

$$\mathbf{C}_r = -\mathbf{L}_r \times \mathbf{L}_r^T, \quad \forall r \in R, \quad (3)$$

где

$$\mathbf{C}_r = \varphi_{sr}, \quad \forall s, l \in D_0.$$

Здесь  $\mathbf{L}$  – нижнетреугольная матрица.

Следуя лемме Шепарда (англ. Shepard's lemma) получаем систему компенсированных (хиксианских) функций спроса (англ. Hicksian demand function). Эти функции определяют минимальные расходы на набор продуктов, необходимый для достижения конкретного уровня полезности при заданном уровне цен:

$$h_{sr}(PD, U) = a_{sr} + \left( b_{sr} + \frac{\sum_{l \in D_0} \varphi_{slr} PD_{lr}}{\sum_{l \in D_0} c_{lr} PD_{lr}} - \frac{1}{2} \frac{c_{sr} \sum_{l \in D_0} \sum_{d \in D_0} \varphi_{ldr} PD_{lr} PD_{dr}}{\left( \sum_{l \in D_0} c_{lr} PD_{lr} \right)^2} \right) \times U_r, \quad \forall s \in D_0, r \in R. \quad (4)$$

Здесь  $h(PD, U)$  – хиксианская функция спроса;  $d$  – индекс приобретенной продукции.

В результате нахождения с помощью функции расходов уровня полезности, соответствующего номинальным потребительским расходам в базисном году, и включения найденной полезности в систему спроса (4) получаем систему некомпенсированных функций спроса (англ. Marshallian demand function):

$$QD\_CPC_{sr} = a_{sr} + \left( b_{sr} + \frac{\sum_{l \in D_0} \varphi_{slr} VD_{lr}}{\sum_{l \in D_0} c_{lr} VD_{lr}} - \frac{1}{2} \frac{c_{sr} \sum_{l \in D_0} \sum_{d \in D_0} \varphi_{ldr} VD_{lr} VD_{dr}}{\left( \sum_{l \in D_0} c_{lr} VD_{lr} \right)^2} \right) \times \frac{1 - \sum_{l \in D_0} a_{lr} VD_{lr}}{\sum_{l \in D_0} b_{lr} VD_{lr} + \frac{1}{2} \frac{\sum_{l \in D_0} \sum_{d \in D_0} \varphi_{ldr} VD_{lr} VD_{dr}}{\sum_{l \in D_0} c_{lr} VD_{lr}}}, \quad \forall s \in D_0, r \in R, \quad \text{где } VD_{sr} = \frac{PD_{sr}}{Y_r}, \quad (5)$$

где  $QD\_CPC$  – объем потребления на душу населения;  $Y$  – денежный доход, распределяемый на покупку продукции;  $VD$  – уровень потребительских цен, нормированных по доходу.

В основе системы предложения и спроса на факторы производства в модели лежит функция прибыли, которая является математическим представлением решения оптимизационных задач для экономических агентов, в результате которого из всего множества допустимых производственных планов выбирается такая комбинация предложения товаров и спроса на факторы, которая максимизирует прибыль в соответствии с установленными ценами выпуска и ценами на факторы производства [2, с. 121; 9, с. 62 – 63; 10, с. 40].

$$\pi_r(PS) = \max_{Q_{S_r}} \left( \sum_{i \in I_0} PS_{ir} Q_{S_{ir}} \mid Q_{S_{ir}} \in Y_r \right), \quad \forall r \in R. \quad (6)$$

Здесь  $\pi$  – функция прибыли;  $PS$  – уровень побуждающих к производству цен;  $Q_S$  – количество произведенной продукции и затраченных факторов производства;  $Y$  – множество, описывающее все возможные производственные планы;  $i$  – индексы произведенной продукции и затраченных факторов производства;  $I_0$  – перечень отраслей и ресурсов.

В качестве функциональной формы для функции прибыли в модели используется обобщенная функция прибыли Мак-Фаддена (англ. Generalized McFadden profit function), которую Диверт (англ. Diewert) и Уэлс (англ. Wales) описывают в контексте минимизации издержек [3, с. 51].

Симметричная обобщенная функция прибыли Мак-Фаддена имеет вид [11, с. 13]:

$$\pi_r(PS) = \sum_{i \in I_0} \beta_{ir} PS_{ir} + \frac{1}{2} \frac{\sum_{i \in I_0} \sum_{j \in I_0} \gamma_{ijr} PS_{ir} PS_{jr}}{\sum_{i \in I_0} \alpha_{ir} PS_{ir}}, \quad \forall r \in R, \quad (7)$$

при ограничениях  $\gamma_{ijr} = \gamma_{jir}$ ;  $\alpha_{ir} \geq 0$ ;  $\sum_{i \in I_0} \alpha_{ir} PS_{ir}^* > 0$ ;  $\sum_{j \in I_0} \gamma_{ijr} PS_{jr}^* = 0$ .

Здесь  $\beta, \alpha, \gamma$  – параметры функции прибыли;  $PS^*$  – уровень побуждающих к производству цен в базисном году;  $j$  – индексы произведенной продукции и затраченных факторов производства.

Мы видим, что данная функция удовлетворяет трем основным свойствам, предъявляемым функции прибыли микроэкономической теорией [2, с. 124 – 126; 10, с. 41 – 43]:

- 1) функция  $\pi_r(PS)$  положительно однородна первой степени по ценам выпуска и по ценам на факторы;
- 2) функция  $\pi_r(PS)$  не убывает по ценам выпуска и не возрастает по ценам на факторы;
- 3) функция  $\pi_r(PS)$  непрерывна по ценам выпуска и по ценам на факторы.

Четвертое свойство (выпуклость по ценам выпуска и по ценам на факторы) вводится при помощи ограничений параметров матрицы Гесса с целью достижения положительной полуопределенности последней. Для этого применяется факторизация Холецкого [3, с. 52 – 53; 8, с. 421 – 437]:

$$\mathbf{H}_r = \mathbf{L}_r \times \mathbf{L}_r^T, \quad \forall r \in R, \quad (8)$$

где

$$\mathbf{H}_r = \left[ \frac{\partial^2 Q S_{ir}}{\partial PS_{jr}^2} \right], \quad \forall i, j \in I_0.$$

Здесь  $\mathbf{H}$  – матрица Гесса;  $\mathbf{L}$  – нижнетреугольная матрица.

Следуя лемме Хотеллинга (англ. Hotelling's lemma) систему функций предложения продукции и спроса на факторы производства можно представить следующим образом [2, с. 126 – 127; 10, с. 43 – 45]:

$$\frac{\partial \pi_r(PS)}{\partial PS_{ir}} = QS_{ir}(PS) = \beta_{ir} + \frac{\sum_{j \in I_0} \gamma_{ijr} PS_{jr}}{\sum_{j \in I_0} \alpha_{jr} PS_{jr}} - \frac{1}{2} \frac{\alpha_{ir} \sum_{k \in I_0} \sum_{j \in I_0} \gamma_{kjr} PS_{kr} PS_{jr}}{(\sum_{j \in I_0} \alpha_{jr} PS_{jr})^2}, \quad \forall i \in I_0, r \in R, \quad (9)$$

где  $k$  – индексы произведенной продукции и затраченных факторов производства.

В настоящее время из-за отсутствия необходимых статистических данных провести оценку необходимых параметров функций расходов (2) и прибыли (7) с помощью эконометрических методов крайне сложно. Поэтому считаем целесообразным применить широко используемый в мировой практике при построении моделей общего и частичного равновесия альтернативный метод нахождения параметров – метод калибровки.

Параметры функций расходов и прибыли калибруются таким образом, чтобы воспроизвести основные экономические показатели базового года с одновременным соблюдением теоретических предпосылок микроэкономики, описанных выше, и использованием экспертных оценок специалистов о возможных значениях ценовых и перекрестных эластичностей спроса и предложения по конкретным видам продукции. Калибровка выполняется в два этапа. На первом этапе необходимо определить совокупность первоначальных эластичностей спроса и предложения. В настоящее время имеется множество исследований, связанных с оценкой эластичностей в других странах, а также экспертные оценки специалистов по Республике Беларусь [1; 5].

Данная информация может служить базой для адаптации эластичностей для нашей страны. Совокупность первоначальных эластичностей не обязательно должна соответствовать микроэкономической теории, они должны давать некоторое представление о величине изменения спроса и предложения под воздействием цен.

На данном этапе в результате калибровки первоначальные эластичности спроса и предложения приводятся в порядок в соответствии с системой ограничений экономической теории [6, с. 20 – 44; 7, с. 22 – 35; 9, с. 32 – 37]. Для этого решаются задачи вида (9) – (10).

**1. Для функции расходов:**

$$\min_{e, \eta} F = \sum_{r \in R} \sum_{s \in D_0} \sum_{l \in D_0} w_{slr} \left( \frac{e^d_{slr} - e^{d*}_{slr}}{e^d_{slr}} \right)^2 + \sum_{r \in R} \sum_{s \in D_0} w_{sr} \left( \frac{\eta_{sr} - \eta_{sr}^*}{\eta_{sr}^*} \right)^2 \quad (10)$$

при ограничениях:

$$1.1) \sum_{s \in D_0} e^d_{lsr} + \eta_{lr} = 0, \forall l \in D_0, r \in R;$$

$$1.2) e^d_{slr} = e^d_{lsr} \frac{QD\_CPC_{lr}}{PD_{sr}} \frac{PD_{lr}}{QD\_CPC_{sr}} + (\eta_{lr} - \eta_{sr}) \frac{QD\_CPC_{lr} PD_{lr}}{\sum_{d \in D_0} QD\_CPC_{dr} PD_{dr}}, \forall l, s \in D_0, r \in R;$$

$$1.3) \sum_{s \in D_0} \left( \eta_{sr} \frac{QD\_CPC_{sr} PD_{sr}}{\sum_{d \in D_0} QD\_CPC_{dr} PD_{dr}} \right) = 1, \forall r \in R;$$

$$1.4) e^d_{slr} * \left( 1 - \frac{lb_{slr}}{100} \right) \leq e^d_{slr} \leq e^d_{slr} * \left( 1 + \frac{lb_{slr}}{100} \right), \forall s, l \in D_0, r \in R;$$

$$1.5) \eta_{sr} * \left( 1 - \frac{lb_{sr}}{100} \right) \leq \eta_{sr} \leq \eta_{sr} * \left( 1 + \frac{lb_{sr}}{100} \right), \forall s \in D_0, r \in R;$$

$$1.6) QD\_CPC_{sr} = QD\_CPC_{sr}^*, \forall s \in D_0, r \in R;$$

$$1.7) PD_{sr} = PD_{sr}^*, \forall s \in D_0, r \in R.$$

Здесь  $QD\_CPC^*$  – объем потребления на душу населения в базисном году;  $PD^*$  – уровень потребительских цен в базисном году;  $e^d$  – ценовые и перекрестные эластичности спроса;  $e^{d*}$  – первоначальные ценовые и перекрестные эластичности спроса;  $\eta$  – эластичности спроса по доходу;  $\eta^*$  – первоначальные эластичности спроса по доходу;  $w$  – веса отклонений откалиброванных эластичностей от первоначальных;  $lb$  – процентные величины, задающие пределы колебаний первоначальных эластичностей в процессе калибровки.

**2. Для функции прибыли:**

$$\min_e F = \sum_{r \in R} \sum_{i \in I_0} \sum_{j \in I_0} w_{ijr} \left( \frac{e_{ijr} - e_{ijr}^*}{e_{ijr}} \right)^2 + \sum_{r \in R} \sum_{i \in I_0} (FeedS_{ir} - FeedD_{ir})^2, \quad (11)$$

при ограничениях:

$$2.1) \sum_{j \in I_0} e_{ijr} = 0, \forall i \in I_0, r \in R;$$

$$2.2) \frac{e_{ijr}}{e_{jir}} = \frac{PS_{jr}^* QS_{jr}^*}{PS_{ir}^* QS_{ir}^*}, \forall i, j \in I_0, r \in R;$$

$$2.3) \mathbf{H}_r = \mathbf{L}_r \times \mathbf{L}_r^T, \text{ где } \mathbf{H}_r = \left[ e_{ijr} \frac{QS_{ir}^*}{PS_{jr}^*} \right], \forall i, j \in I_0, r \in R;$$

$$2.4) FeedS_{ir} = \sum_{j \in I_{11}} e_{jir} \frac{QS_{jr}^* KS_{jr}}{\sum_{j \in I_1} QS_{jr}^* K_{jr}}, \forall i \in I_0, r \in R;$$

$$2.5) \text{FeedD}_{ir} = \sum_{j \in J_{11}} e_{jir} \frac{QS_{jr}^* KD_{jr}}{\sum_{j \in J_1} QS_{jr}^* KD_{jr}}, \forall i \in I_0, r \in R;$$

$$2.6) e_{ijr}^* \left(1 - \frac{lb_{jir}}{100}\right) \leq e_{jir} \leq e_{ijr}^* \left(1 + \frac{lb_{jir}}{100}\right), \forall i, j \in I_0, r \in R.$$

Здесь  $QS^*$  – уровень производства продукции и затраты ресурсов в базисном году;  $e$  – ценовые и перекрестные эластичности предложения;  $e^*$  – первоначальные ценовые и перекрестные эластичности предложения;  $w$  – веса отклонений откалиброванных эластичностей от первоначальных;  $FeedS$  и  $FeedD$  – агрегированные эластичности выпуска продукции животноводства и агрегированные эластичности кормовых ресурсов;  $KS$  – расход кормовых ресурсов на единицу животноводческой продукции;  $KD$  – содержание кормовых единиц в единице кормовых ресурсов;  $lb$  – процентные величины, задающие пределы колебаний первоначальных эластичностей в процессе калибровки;  $I_{11}$  – перечень отраслей животноводства;  $J_{11}$  – перечень кормовых ресурсов.

Веса ( $w$ ) для калибровки вводятся для учета уверенности пользователя в отношении достоверности элементов множества первоначальных эластичностей.

На втором этапе калибровки откалиброванные значения эластичностей и эмпирические данные используются в качестве исходной информации при вычислении эндогенных параметров функции расходов ( $a, b, c, \varphi$ ) и функции прибыли ( $\beta, \alpha, \gamma$ ). Для этого повторно решаются модели калибровки первого этапа с учетом дополнительных ограничений.

#### 1. Для функции расходов:

$$1.8) c_{sr} = QD\_CPC_{sr} / Y_r, \forall s \in D_0, r \in R \Rightarrow \sum_{s \in D_0} c_{sr} PD_{sr} = 1, \forall r \in R;$$

$$1.9) e_{slr}^d \frac{QD\_CPC_{sr}}{PD_{lr}} = Y_r \varphi_{slr} - b_{sr} a_{lr} - Y_r b_{sr} b_{lr}, \forall s, l \in D_0, r \in R;$$

$$1.10) a_{sr} = QD\_CPC_{sr} (1 - \eta_{sr}), \forall s \in D_0, r \in R;$$

$$1.11) QD\_CPC_{sr} = a_{sr} + b_{sr} Y_r, \forall s \in D_0, r \in R;$$

$$1.12) \mathbf{C}_r = -\mathbf{L}_r \times \mathbf{L}_r^T, \forall r \in R;$$

$$1.13) \mathbf{C}_r = \varphi_{slr}, \forall s, l \in D_0;$$

$$1.14) \varphi_{slr} = \varphi_{lsr}, \forall s, l \in D_0, r \in R;$$

$$1.15) \sum_{s \in D_0} a_{sr} PD_{sr} = 0, \forall r \in R;$$

$$1.16) \sum_{l \in D_0} \varphi_{slr} PD_{lr} = 0, \forall s \in D_0, r \in R;$$

$$1.17) \sum_{s \in D_0} b_{sr} PD_{sr} = 1, \forall r \in R;$$

$$1.18) Y_r = Y_r^*, \forall r \in R;$$

$$1.19) c_{sr} \geq 0, \forall s \in D_0, r \in R.$$

Здесь  $Y^*$  – денежный доход, распределяемый на покупку продукции в базисном году;  $\mathbf{C}_r$  – симметричная матрица;  $\mathbf{L}_r$  – нижнетреугольная матрица.

2. Для функции прибыли:

$$2.7) \alpha_{ir} = QS_{ir}^*, \forall i \in I_1, r \in R;$$

$$2.8) \alpha_{ir} = -QS_{ir}^*, \forall i \in J_1, r \in R;$$

$$2.9) \beta_{ir} = QS_{ir}^*, \forall i \in I_0, r \in R;$$

$$2.10) \gamma_{ijr} = e_{ijr} \frac{QS_{ir}^*}{PS_{jr}^*} \sum_{k \in I_0} \alpha_{kr} PS_{kr}^*, \forall i, j \in I_0, r \in R;$$

$$2.11) \sum_{j \in I_0} \gamma_{ijr} PS_{jr}^* = 0, \forall i \in I_0, r \in R.$$

Здесь  $I_1$  – перечень отраслей;  $J_1$  – перечень ресурсов.

**Заключение.** Описан метод калибровки функций расходов и прибыли в модели частичного равновесия аграрного сектора Bel-ASiM, который позволяет находить неизвестные параметры функций с соблюдением теоретических предпосылок микроэкономики. Найденные таким образом значения параметров служат в дальнейшем для моделирования потребительского спроса, предложения продукции и спроса на факторы производства на продукцию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Земцов, С.М. Моделирование спроса на сельскохозяйственную продукцию / С.М. Земцов // Проблемы экономики: сб. науч. тр. / М-во сельск. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь; УО «БГСА». – Минск: Право и экономика, 2006. – Вып. 3. – С. 57 – 66.
2. Chambers, R.G. Applied production analysis / R.G. Chambers. – Cambridge: Cambridge University Press, 1988. – 331 p.
3. Diewert, W.E. Flexible Functional Forms and Global Curvature Conditions / W.E. Diewert, T.J. Wales // *Econometrica*. – 1987. – Vol. 55, № 1. – P. 5 – 22.
4. Diewert, W.E. Normalized Quadratic Systems of Consumer Demand Functions / W.E. Diewert, T.J. Wales // *Journal of Business & Economic Statistics*. – 1988. – Vol. 6, № 3. – P. 303 – 312.
5. Elsner, K. Food Consumption in Russia: an Econometric Analysis Based on Household Data / K. Elsner. – Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk Kiel KG, 2001. – 256 p.
6. Johnson, S.R. Demand Systems Estimation / S.R. Johnson, Z.A. Hassan, R.D. Green. – Ames: The Iowa State University Press, 1984. – 175 p.
7. Pollak, R.A. Demand System Specification and Estimation / R.A. Pollak, T.J. Wales. – Oxford University Press, 1992. – 209 p.
8. Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications. Vol. 1 / ed. by M. Fuss and D. McFadden. – Amsterdam: North-Holland, 1978. – 475 p.
9. Sadoulet, E. Quantitative Development Policy Analysis / E. Sadoulet, A. de Janvry. – London: The Johns Hopkins University Press, 1995. – 397 p.
10. Varian, H.R. Microeconomic analysis / H.R. Varian. – New York: Norton, 1992. – 506 p.
11. Wahl, O. Documentation of the Central and Eastern European countries Agricultural Simulation Model (CEEC-ASiM Version 1.0) / O. Wahl, G. Weber, K. Froberg. – Halle: IAMO, 2000. – 41 p.

Поступила 26.11.2008