

### Экономика сельского хозяйства

- 2** **Алексей Скакун**  
Актуальные проблемы совершенствования механизма хозяйствования в агропромышленном комплексе
- 10** **Александр Шпак, Дмитрий Шпак**  
Ценообразование в АПК: требование научно обоснованного и взвешенного подхода
- 15** **Виктор Сушко**  
Глобальная экономическая модель процессов развития и выхода на международные рынки продовольственных систем Беларуси и стран СНГ
- 27** **Марина Смолярова**  
Совершенствование механизма ценообразования в молочном подкомплексе
- 32** **Геннадий Демидчик**  
Применение эффективных форм страхования хозяйственных рисков

### Проблемы отраслей агропромышленного комплекса

- 40** **Инна Кулага**  
Современное состояние и приоритеты развития переработки картофеля в Республике Беларусь
- 45** **Алексей Микулич**  
Роль и значение автомобильного транспорта как вспомогательного вида производства в экономике сельскохозяйственных предприятий на этапе становления рыночных отношений
- 51** **Иван Воробьев, Елена Сидорова**  
Эффективная экономика – результат рационального использования ресурсного потенциала

### Зарубежный опыт

- 56** **Рышард Михал Козловски, Мария Мацкевич-Таларчик, Ольга Пашкевич, Оксана Сивурова**  
ESCORENA – Европейская система объединенных исследовательских сетей в сельском хозяйстве

### Экономическая публицистика

- 61** **Виктор Живица**  
Предложение по началу применения в Республике Беларусь новой хозяйственной системы

### Справочная информация

- 69** Новые поступления в фонд Белорусской сельскохозяйственной библиотеки им. И.С. Лупиновича (*И. Фомина*)

Издается с 1995 года  
Выходит 12 раз в год  
На русском и белорусском языках  
№ 7 (206), 2012

Зарегистрирован  
в Министерстве информации  
Республики Беларусь,  
свидетельство о регистрации  
от 18.05.2009 № 397

#### Учредители:

Национальная академия наук Беларуси

Республиканское научное  
унитарное предприятие  
«Институт системных  
исследований в АПК  
Национальной академии  
наук Беларуси»

#### Издатель:

РУП «Издательский дом  
«Белорусская наука»  
ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009  
Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск

**Заместитель  
главного редактора**  
Владимир Люштик

**Редактура и набор:**  
Владимир Понада

**Компьютерная верстка:**  
Ольга Толстая

Подписано в печать 19.07.2012  
Формат 60×84<sup>1/8</sup>  
Бумага офсетная № 1  
Усл. печ. л. 8,37  
Уч.-изд. л. 7,3  
Тираж 158 экз.  
Заказ 140.

Отпечатано в РУП «Издательский  
дом «Белорусская наука»

Цена номера:  
индивидуальная подписка – 12800 руб.;  
ведомственная подписка – 21781 руб.

Редакция не несет ответственности  
за возможные неточности  
по вине авторов

Мнение редакции может не  
совпадать с позицией автора

Перепечатка или тиражирование  
любым способом оригинальных  
материалов, опубликованных  
в настоящем журнале, допускается  
только с разрешения редакции

## Глобальная экономическая модель процессов развития и выхода на международные рынки продовольственных систем Беларуси и стран СНГ

### Постановка проблемы

**А**грарный сектор является одним из важнейших элементов отечественной экономики. В настоящее время он представляет собой сложную систему взаимосвязанных отраслей. Важнейшими экспортерами среди них являются производящие молочную и мясную продукцию, а также сахар. С учетом социально-экономической роли данных отраслей

в деле обеспечения продовольственной безопасности страны их можно отнести к стратегическим. В связи с этим исключительно актуальна разработка экономической модели, позволяющей совершенствовать процессы развития аграрного сектора Беларуси и его взаимодействия с международными продовольственными системами (МПС), прежде всего в странах СНГ.

### Основная часть

Исследование процесса развития мировой экономики путем создания глобальных экономико-математических моделей (ЭММ) широко используется в мировой научной практике. К наиболее известным в рассматриваемой области относятся работы Р. Форрестера, В. Леонтьева, Я. Тинберга, Э. Роуза, М. Месаровича и Э. Пестеля, А. Эрреры, Я. Кайя, Х. Линнемана, А. Гранберга и В. Сулова.

По мнению Р. Форрестера, каждый индивид в личной и общественной жизни использует модели для принятия решений. Мысленный образ мира, окружающий нас, есть модель [1, с. 45]. Р. Форрестер утверждает, что машинная модель воплощает в себе теорию структуры систем, а качество данной модели определяется лежащей в ее основе теорией. По мнению ученого, построение машинных (решаемых с помощью ЭВМ) моделей может помочь как вскрытию проблем, обусловленных функционированием социальных систем, так и выявлению факторов, препятствующих усовершенствованию данных систем [1, с. 49].

В. Леонтьев при построении глобальной экономико-математической модели разделил мир на развитой и развивающийся регионы. При этом он исходил не только из географического принципа размещения стран, но и из их экономической развитости, оцениваемой по уровням доходов на душу населения. К развитому ре-

гиону им отнесены Северная Америка, Западная Европа (только страны с высоким доходом на душу населения), Советский Союз, Восточная и Западная Европа (только страны со средним доходом на душу населения), Япония, Океания, Африка (только страны со средним доходом на душу населения). Развивающийся регион данным автором разделен на две части. В первую включены Латинская Америка (только страны с низким доходом на душу населения), Ближний Восток и Африка (нефтедобывающие страны), государства тропической Африки. Ко второй группе отнесены латиноамериканские и азиатские страны со средним доходом на душу населения, государства засушливой области Африки, а также страны Азии с экономикой централизованного планового типа [2, с. 86].

В модели Месаровича–Пестеля все страны мира разбиты (соответственно их социально-экономической структуре) на 10 регионов: Северная Америка, Западная Азия, Япония, Австралия и Южная Африка, СССР и страны Восточной Европы, Латинская Америка, Ближний Восток и Северная Африка, остальная часть Африки, Юго-Восточная Азия, Китай [3, с. 286].

Группой аргентинских ученых во главе с профессором А. Эррерой для проведения исследований создана модель мира как системы, включающей 4 взаимодействующих региона: Африку, Латинскую Америку, Азию и Океанию,

а также развитые страны [4, с. 14]. Центральное место в данной модели занимает подмодель питания, которая состоит из трех секторов (земледелия, животноводства, рыбного промысла).

Большой интерес представляет работа российских ученых А. Гранберга и В. Сулова «Коалиционный анализ многорегиональных систем: теория, методология, результаты анализа (СССР накануне распада)». Данными исследователями проанализированы взаимоотношения между союзными республиками накануне распада СССР. Учеными проведен анализ с использованием комплекса региональных и мультирегиональных моделей. Сочетание региональных блоков позволило исследователям создать единую межрегиональную модель [5, с. 4].

Разработанная нами глобальная экономическая модель процессов развития и выхода на международные рынки продовольственных систем Беларуси и стран СНГ состоит из:

собственно глобальной экономико-математической модели (см. рис. 1). Направления движения потоков чистого экспорта (импорта) между различными блоками обозначены стрелками;

географических карт, отражающих сложившийся и прогнозный уровни чистого экспорта (импорта) основных сельскохозяйственных (продовольственных) товаров применительно к международным продовольственным системам;

таблицы-индикатора, содержащей данные об объемах чистого экспорта и импорта МПС;

таблиц с данными о формировании международных финансовых потоков (применительно к продовольствию).

В свою очередь, глобальная ЭММ состоит из оптимизационных экономико-математических моделей двух типов. Относящиеся к первому описывают процесс развития аграрных секторов стран, входящих в международные продовольственные системы, ко второму – характер взаимодействия этих МПС на основных сельскохозяйственных (продовольственных) рынках. Входящие в глобальную модель оптимизационные модели формируются в программе Microsoft Office Excel и решаются с помощью процедуры «поиск решения».

На первом этапе решения поставленной задачи использованы оптимизационные экономико-математические модели развития АПК регионов, входящих в международные продовольственные системы. Целевой функцией экономико-математической модели, обеспечивающей оптимальное сочетание отраслей в рамках продовольственной системы (международной, небольшой группы стран или отдельной стра-

ны), является максимизация доходов от реализации товарной продукции. В рамках данной модели определяются:

площади земель, необходимые для выращивания аграрных культур;

объемы производства основных видов сельскохозяйственного сырья и продовольствия;

объемы потребления и потерь сельскохозяйственного сырья, а также продуктов его переработки (в растениеводстве – семян, кормов, продовольствия, биотоплива, прочего; животноводстве – кормов, продовольствия, прочего);

объемы чистого экспорта (импорта) аграрной продукции;

стоимость производимой сельхозпродукции.

Блок экономико-математических моделей развития международных продовольственных систем включает в себя 19 ЭММ, относящихся к продовольственным системам (ПС) и подсистемам различных стран и регионов. Для описания мировой продовольственной системы в представленной модели использована новая методика выделения и агрегирования регионов. В качестве примера в таблице 1 представлена разработанная нами экономико-математическая модель продовольственной системы США. Аналогичная ей (с некоторыми незначительными изменениями) использована и для создания ЭММ иных 18-ти продовольственных систем, в том числе и Республики Беларусь.

Перечислим региональные продовольственные системы, для которых нами созданы оптимизационные экономико-математические модели взаимодействия:

Океания;

Африка;

ЕС;

Беларусь;

Россия;

Украина и Молдова;

Средняя Азия;

Закавказье;

Восточная Азия;

Южная Азия;

Западная Азия;

Северная Америка;

Южная Америка.

Крупнейшие из перечисленных продовольственных систем разделены нами на подсистемы [6, с. 64–70].

Проведем экономико-математическое описание моделей развития международных продовольственных систем. Построение данных моделей должно способствовать максимизации выручки от реализации товарной продукции в рамках МПС. Используется формула:

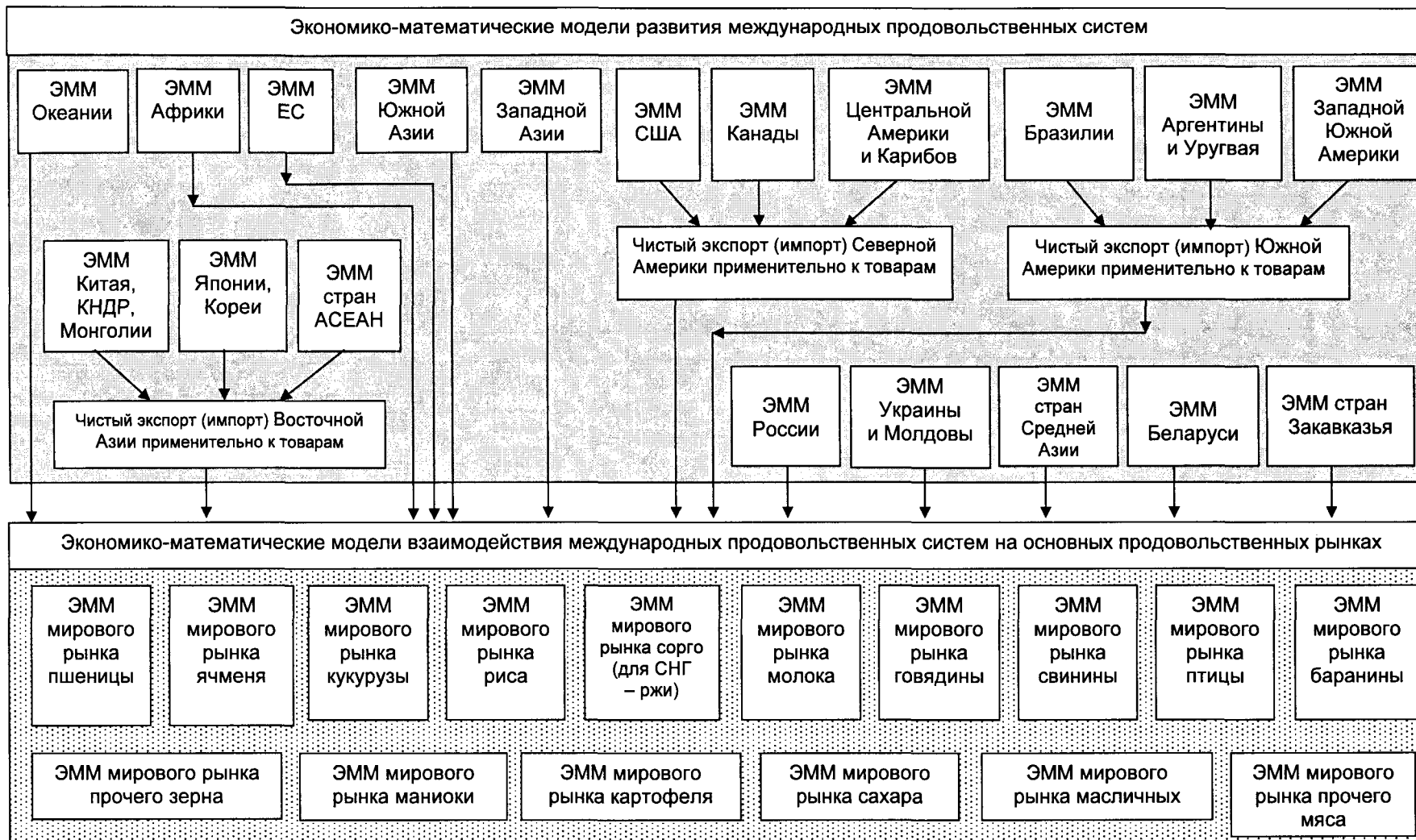


Рис. 1. Глобальная экономико-математическая модель развития аграрного сектора Беларуси и его взаимодействия с международными продовольственными системами

Таблица 1. Структура экономико-математической модели развития продовольственной системы (на примере США)

Виды ограничений	Номер уравнения	Переменные												Ограничения
		площадь зерновые	прочие культуры	свободная переменная	ВВП	численность населения	мясо, всего и по видам	молоко	семена культур	потери продукции	иные направления использования	виды биотоплива	пиво	
Номер неизвестной переменной		$X_1-X_{20}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}-X_{29}$	$X_{30}$	$X_{31}-X_{39}$	$X_{40}-X_{49}$	$X_{50}-X_{60}$	$X_{61}-X_{62}$	$X_{63}$	$X_{64}-X_{95}$	
Ресурсы населения	1				1									$=N$
Ресурсы ВВП	2-3			1										$\geq \bar{V}_z;$ $V_z$
Семена	4-12	$g_j$						-1						$\geq 0$
Потери	13-22	$s_i$							-1					$\leq 0$
Прочие направления использования	23-33	$-d_j$								1				$\leq 0$
Производство биотоплива	34-35	$-t_j$									1			$\leq 0$
Производство пива	36	$-f_j$										1		$\leq 0$
Балансы отдельных видов растениеводческой продукции	37-50	$a_{hj}$			$-m_i$	$-W_{ij}$	$-W_{ij}$	-1	-1	-1	$-c_{ij}$	$-c'_{ij}$	$-1;$ $1$	$\leq 0;$ $\geq 0$
Балансы отдельных видов животноводческой продукции	51-62				$-m_i$	1				-1			$-1;$ $1$	$\leq 0;$ $\geq 0$
Балансы ресурсов картофеля, сахара, маниоки	63-68		$a_{hj}$		$-m_i$	$-W_{ij}$	$-W_{ij}$	-1	-1	-1	$-c_{ij}$		$-1;$ $1$	$\leq 0;$ $\geq 0$
Свободная переменная	69			1										$=1$
Ограничения на производство мяса и отдельных его видов	70-75			$u_i$	$b$	-1								$\geq 0$
Ограничения на производство молока	76			$u_i$	$b$			-1						$\geq 0$
Ограничения площади зерновых	77-78	1												$\leq \bar{D}_j;$ $\geq D_j$
Ограничения площадей сельскохозяйственных культур	79-118		1											$\leq \bar{D}_j;$ $\geq D_j$
Целевая функция	119	$P_j$ (цены товаров)												$F_{max}$

П р и м е ч а н и е. Приведенные в таблице символы использованы в представленных далее формулах.

$$F_{max} = \sum_{j \in J_0} p_j \cdot x_j, \quad (1)$$

с соблюдением следующих условий:

1) ограничение по численности населения продовольственной системы:

$$x_l = N; \quad (2)$$

2) ограничение по ресурсам ВВП:

$$\tilde{V}_z \leq x_z \leq V_z, \quad z \in Z_0; \quad (3)$$

3) ограничение по семенам:

$$\sum_{j \in J_0} g_j \cdot x_j - x_m \geq 0; \quad (4)$$

4) ограничение по потерям сельскохозяйственной продукции:

$$\sum_{j \in J_0} s_j \cdot x_j - x_q \leq 0; \quad (5)$$

5) ограничение по прочему использованию сельскохозяйственной продукции:

$$-d_j \cdot x_j + x_v \leq 0; \quad (6)$$

6) ограничение по объемам производства биотоплива:

$$-t_j \cdot x_j + x_t \leq 0; \quad (7)$$

7) ограничение по объемам производства пива:

$$-f_j \cdot x_j + x_f \leq 0; \quad (8)$$

8) ограничения по объемам чистого экспорта основных видов сельскохозяйственной продукции:

$$\sum_{j \in J_0} a_{hj} \cdot x_j - m_i \cdot x_l - \sum_{j \in J_0} W_{ij} \cdot x_j -$$

$$-x_m - x_q - x_v - c_{ij} \cdot x_t - c'_{ij} \cdot x_f - x_{ej} \leq 0; \quad (9)$$

9) ограничения по объемам чистого импорта основных видов растениеводческой продукции:

$$\sum_{j \in J_0} a_{hj} \cdot x_j - m_i \cdot x_l - \sum_{j \in J_0} W_{ij} \cdot x_j$$

$$x_j - x_m - x_q - x_v - c_{ij} \cdot x_t - c'_{ij} \cdot x_f + x_{ij} \geq 0; \quad (10)$$

10) ограничения по объемам чистого экспорта основных видов животноводческой продукции:

$$\sum_{j \in J_0} x'_j - m_i \cdot x_l - x_q - x_v - x_e \leq 0; \quad (11)$$

11) ограничения по объемам чистого импорта основных видов животноводческой продукции:

$$\sum_{j \in J_0} x'_j - m_i \cdot x_l - x_q - x_v + x_e \geq 0; \quad (12)$$

12) ограничение по объему производства животноводческой продукции:

$$u_i + b \cdot x_z - x'_j \geq 0; \quad (13)$$

13) ограничение по площадям отдельных культур:

$$\tilde{D}_j \leq x_j \leq D_j, \quad j \in J_0; \quad (14)$$

14) неотрицательность переменных:

$$x_{ij} \geq 0. \quad (15)$$

В приведенных формулах применены обозначения:  $F_{max}$  – целевая функция;  $p_j$  – стоимость единицы товарной продукции вида  $j$ ;  $j$  – номера растениеводческой, животноводческой, прочих товарных отраслей;  $J$  – множество растениеводческой, животноводческой, прочих товарных отраслей;  $x_j$  – размер отрасли вида  $j$ ;  $x_l$  – численность населения;  $x_z$  – объем ВВП;  $x_{ej}$  – объем экспорта продукции вида  $j$ ;  $x_{ij}$  – объем импорта продукции вида  $j$ ;  $x_m$  – расход семян вида  $m$ ;  $x_q$  – потери  $q$ -й сельскохозяйственной продукции;  $x_v$  – прочие направления использования сельскохозяйственной продукции вида  $v$ ;  $x_t$  – объем производства биотоплива;  $x_f$  – объем производства пива из ячменя;  $x'_j$  – объем производства животноводческой продукции вида  $j$ ;  $\tilde{V}_z$  – минимальный объем ВВП;  $V_z$  – максимальный объем ВВП;  $g_j$  – расход семян на 1 га посевов  $j$ -й культуры;  $s_j$  – потери на 1 га  $j$ -й аграрной культуры;  $d_j$  – прочие направления использования 1 га  $j$ -й аграрной культуры (или 1 т продукции животноводства вида  $j$ );  $t_j$  – объем производства биотоплива с 1 га посевов  $j$ -х культур;  $f_j$  – объем производства пива с 1 га посевов ячменя;  $m_i$  – уровень потребления продовольственного товара вида  $i$  на душу населения;  $u_i$  – свободная переменная, определенная на основе регрессионного анализа;  $b$  – коэффициент при данной переменной, определенный методом регрессионного анализа;  $W_{ij}$  – объем

расхода корма вида  $i$  на единицу животноводческой продукции вида  $j$ ;  $a_{hj}$  – выход продукции вида  $h$  с 1 га культуры вида  $j$ ;  $c_{ij}$  – норма расхода растениеводческой продукции вида  $i$  для производства 1 т биотоплива вида  $j$  (этанола, биодизеля);  $\hat{c}_{ij}$  – норма расхода ячменя для производства 1 т пива;  $\bar{D}_j$  и  $D_j$  – соответственно минимальный и максимальный уровни посевных площадей  $j$ -х культур.

В процессе составления модели дополнительно применена таблица, обеспечивающая контроль за выходными данными, используемыми на втором этапе моделирования. В данной таблице применительно к МПС и их подсистемам отражена динамика чистого экспорта (импорта) основных видов сельскохозяйственной продукции за последние 15 лет.

На втором этапе создания глобальной модели использованы оптимизационные экономико-математические модели взаимодействия международных продовольственных систем на основных рынках сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Для того чтобы спрогнозировать движение потоков финансов и продовольственных товаров применительно к Беларуси, а также МПС и их подсистемам, предлагается использовать распределительный метод линейного программирования, а точнее – решать транспортную задачу, матрица которой представлена в таблице 2. Используются следующие обозначения:  $X$  – объем экспорта продовольственной системы, тыс. т;  $X_{и.}$  – поставки из запасов, тыс. т;  $X_{з.}$  – поставки в запас, тыс. т;  $T. И.$  – потребность продовольственной системы в импорте, тыс. т;  $T. Э.$  – потребность продовольственной системы в экспорте, тыс. т.

Для важнейших из реализуемых на мировом рынке видов сельскохозяйственной продукции составляются отдельные матрицы моделей взаимодействия продовольственных систем, общим числом 16. В них автоматически (путем установления связи между ячейками в программе Microsoft Office Excel) вносятся полученные в ходе составления экономико-математических моделей развития МПС данные о потребности продовольственных систем в экспорте и импорте товаров. Далее определяются исходные цены, на основании которых будут решаться транспортные задачи в отдельных товарных сегментах мирового продовольственного рынка. Используется формула:

$$P_{т.} = (P_{з.} + T. P.) \cdot I_{т.о.}, \quad (16)$$

где  $P_{т.}$  – цены на международных рынках продовольственных товаров,  $P_{з.}$  – устанавливаемая государством-поставщиком экспортная

цена товара,  $I_{т.о.}$  – индекс таможенного обложения данного продовольственного товара при его поставке из одной страны в другую,  $T. P.$  – величина транспортных расходов при осуществлении экспорта.

Задача предполагается сбалансированной, поскольку общий запас ресурсов и общий спрос на них (соответственно у поставляющих и приобретающих товары продовольственных систем) равны. Если это условие не выполняется, то осуществляются поставки из запасов или закупки в запас. Требуется определить такие направления поставок сельскохозяйственной продукции, при которых стоимость реализуемых на международных рынках товаров (с учетом транспортных расходов и таможенных платежей) будет минимальной.

На рис. 2 представлена схема формирования и решения экономико-математической модели взаимодействия аграрного сектора Беларуси с международными продовольственными системами на мировом рынке пшеницы. Аналогичная схема использована нами и при составлении моделей взаимодействия продовольственных систем на отдельных мировых рынках для иных 15-ти основных видов сельскохозяйственной продукции (ячменя, риса, кукурузы, молока, говядины, свинины, птицы, и т.д.).

В рамках глобальной ЭММ внутренняя связь между экономико-математическими моделями развития и взаимодействия международных продовольственных систем на основных продовольственных рынках осуществляется с использованием показателей чистого экспорта и чистого импорта сельскохозяйственной продукции.

Опишем процесс математического моделирования результатов взаимодействия аграрного сектора Беларуси с МПС. Целью является выбор наиболее конкурентоспособных стран-поставщиков с учетом стоимости реализуемых на международных рынках отдельных товаров. Используется формула:

$$F_{min} = \sum_{j \in J_0} \sum_{i \in I} c_{ij} x_{ij}. \quad (17)$$

Условиями при этом являются:

1) использование ресурсов стран-поставщиков:

$$\sum_{j \in J_0} x_{ij} = A_i, \quad i \in I_0; \quad (18)$$

2) удовлетворение потребностей:

$$\sum_{i \in I_0} x_{ij} = B_j, \quad j \in J_0; \quad (19)$$

Таблица 2. Экономико-математическая модель взаимодействия продовольственной системы Беларуси с МПС на отдельных товарных рынках

Продовольственные системы, осуществляющие поставки отдельных видов продовольствия на экспорт		Объемы импорта продовольственных систем, т													Рост запасов	Ограничение потребности в экспорте
		Австралия	Африка	Северная Америка	Южная Америка	ЕС	Беларусь	Россия	Украина и Молдова	Центральная Азия	Закавказье	Восточная Азия	Западная Азия	Южная Азия		
Объемы экспорта продовольственных систем, т	Австралия	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Африка	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Северная Америка	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Южная Америка	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	ЕС	X	X	X	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Беларусь	X	X	X	X	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Россия	X	X	X	X	X	X	–	X	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Украина и Молдова	X	X	X	X	X	X	X	–	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Центральная Азия	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Закавказье	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Восточная Азия	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
	Западная Азия	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	X <sub>э</sub>	Т. Э.
Южная Азия	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X <sub>э</sub>	Т. Э.	
Поставки из запаса		X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>и</sub>	X <sub>э</sub>	
Ограничения потребности в импорте		Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.	Т. И.		

П р и м е ч а н и е. Для каждого продукта, занимающего крупный сегмент на мировом продовольственном рынке (пшеницы, ячменя, кукурузы, риса, говядины, свинины, мяса птицы, молока и т.д.) составляется отдельная экономико-математическая модель взаимодействия с международными продовольственными системами.





Рис. 2. Схема формирования экономико-математической модели взаимодействия аграрного сектора Беларуси с МПС на мировом рынке пшеницы

3) обеспечение баланса:

$$\sum_{i \in I_0} A_i = \sum_{j \in J_0} B_j; \quad (20)$$

4) неотрицательность переменных:

$$x_{ij} \geq 0. \quad (21)$$

В приведенных формулах использована следующая индексация:  $F_{min}$  – целевая функция;  $i$  – наименование поставщика;  $I_0$  – множество поставщиков;  $J$  – наименование потребителя;  $J_0$  – множество потребителей. Известные величины:  $A_i$  – объем ресурсов поставщика;  $B_j$  – объем заказа потребителя;  $c_{ij}$  – стоимость единицы сельскохозяйственной продукции, поставляемой от поставщика к потребителю (с учетом транспортных расходов и таможенных платежей).

Экономико-математическое моделирование процесса взаимодействия аграрного сектора Беларуси с международными продовольственными системами на отдельных товарных рынках позволяет в физическом измерении опре-

делить (используя процедуру «поиск решения» в программе Microsoft Office Excel) объемы товаров, поставляемых участниками мирового продовольственного рынка, а также цены, по которым будут осуществлены поставки. Затем для каждой из 16-ти моделей, относящихся к важнейшим товарным рынкам, составляется отдельная таблица. Содержащиеся в ней данные о финансовых потоках между белорусской и международными продовольственными системами получают путем умножения объемов поставок сельскохозяйственной продукции на ее стоимость.

С целью обеспечения поливариантности и надежности модели для каждого из товарных сегментов прогнозируются 3 сценария взаимодействия аграрного сектора Беларуси и МПС:

- 1) в идеальных условиях международной торговли;
- 2) с учетом тарифов и пошлин;
- 3) с учетом импортных тарифов, сформировавшихся экономических связей и барьеров в торговле [6, с. 69].

Таким образом, на втором этапе решения поставленной задачи общее количество экономико-математических моделей составляет 48. В глобальной модели, которую предлагается использовать на кратко- и среднесрочных временных интервалах, оно равно 67.

Согласно результатам глобального моделирования (см. табл. 3, 4), в ближайшей перспективе наиболее значимыми среди товаров, поставляемых АПК Беларуси за пределы страны, будут молочные и мясные продукты. В денежном выражении объемы их экспорта составят соответственно 1,56 млрд USD и 0,48 млрд USD (73,09% и 22,36% от общего объема поставок основных продовольственных товаров за рубеж). Приведем составленный в ходе расчетов список стран и регионов, которые станут основными рынками сбыта белорусского продовольствия, а также прогнозные данные о стоимости осуществляемых в них поставок и долях последних в общем объеме экспорта белорусского АПК:

Россия (1,5 млрд USD, 70,6%), Средняя Азия (0,21 млрд USD, 9,91%), Китай (0,14 млрд USD, 6,39%), Япония и Корея (0,11 млрд USD, 5,12%), Закавказье (0,04 млрд USD, 1,88%), Украина и Молдова (0,03 млрд USD, 1,46%). Наиболее массово импортируемыми Беларусью продовольственными товарами будут пшеница (зерно и продукты его переработки), масличные (растительное масло), рис (зерно). Закупать продовольственные товары наша страна будет преимущественно в России. Прогнозная сумма поставок из этой страны равна 0,18 млрд USD (86,6% от общей стоимости белорусского импорта основных видов продовольственных товаров).

Таблица 3. Прогнозные объемы экспорта и импорта основных продовольственных товаров для Республики Беларусь, тыс. т

Виды продовольствия	Потребители (поставщики)									Итого
	Россия	Украина и Молдова	Средняя Азия	Закавказье	Китай, КНДР и Монголия	Япония и Корея	АСЕАН	Южная Азия	ЕС	
Пшеница, импорт	348	–	–	–	–	–	–	–	–	348
Ячмень, импорт	69	–	–	–	–	–	–	–	–	69
Кукуруза, импорт	18	–	–	–	–	–	–	–	–	18
Рис, импорт	–	–	–	–	–	–	29	20	–	49
Рожь, экспорт	2	–	–	–	–	–	–	–	–	2
Прочие зерновые, экспорт	100	–	–	–	–	–	–	–	–	100
Говядина, экспорт	94	–	–	–	–	–	–	–	–	94
Свинина, экспорт	58	12	–	–	–	–	–	–	–	70
Птица, экспорт	19	–	–	–	–	–	–	–	–	19
Баранина, импорт	–	–	2	–	–	–	–	–	–	2
Молоко, экспорт	1724	–	354	60	160	140	26	–	76	2540
Сахар, экспорт	67	–	11	8	–	–	–	–	–	86
Картофель, экспорт	82	–	–	2	–	–	–	–	–	84
Масличные, импорт	76	–	–	–	–	–	–	–	–	76

Примечания. Товарные потоки для мясной и молочной продукции рассчитаны соответственно в пересчете на мясо и молоко, масличных – в пересчете на масло, продуктов из зерна – в пересчете на зерно. Знак дефиса в ячейке означает отсутствие поставок или же их незначительный объем.

Таблица 4. Прогнозные объемы экспорта и импорта основных продовольственных товаров для Республики Беларусь, млн USD

Виды продовольствия	Потребители (поставщики)									Итого
	Россия	Украина и Молдова	Средняя Азия	Закавказье	Китай, КНДР и Монголия	Япония и Корея	АСЕАН	Южная Азия	ЕС	
Пшеница, импорт	94	–	–	–	–	–	–	–	–	94
Ячмень, импорт	17	–	–	–	–	–	–	–	–	17
Кукуруза, импорт	4	–	–	–	–	–	–	–	–	4
Рис, импорт	–	–	–	–	–	–	15	6	–	21
Рожь, экспорт	0,2	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2
Прочие зерновые, экспорт	42	–	–	–	–	–	–	–	–	42
Говядина, экспорт	278	–	–	–	–	–	–	–	–	278
Свинина, экспорт	131	31	–	–	–	–	–	–	–	162
Птица, экспорт	36	–	–	–	–	–	–	–	–	36

Виды продовольствия	Потребители (поставщики)									
	Россия	Украина и Молдова	Средняя Азия	Закавказье	Китай, КНДР и Монголия	Япония и Корея	АСЕАН	Южная Азия	ЕС	Итого
Баранина, импорт	–	–	6	–	–	–	–	–	–	6
Молоко, экспорт	970	–	206	36	136	109	27	–	72	1556
Сахар, экспорт	30	–	5	4	–	–	–	–	–	39
Картофель, экспорт	16	–	–	0,4	–	–	–	–	–	16,4
Масличные, импорт	60	–	–	–	–	–	–	–	–	60
Итого экспорт	1461	31	211	40	136	109	27	0	72	2129
Итого импорт	175	0	6	0	0	0	15	6	0	202

Примечания. Финансовые потоки определены исходя из физических объемов товарных поставок и рассчитанной стоимости единицы эквивалентной продукции (для молочной – молока, мясной – мяса соответствующего вида, масличной – масла, продуктов из зерна – зерна соответствующего вида).

Знак дефиса в ячейке означает отсутствие поставок или же их незначительный объем.

Далее детально рассмотрим результаты глобального экономико-математического моделирования применительно к основным поставщикам в товарных сегментах.

#### Сегмент зерна

Основными поставщиками пшеницы на международные рынки будут США (29,9 млн т), Канада (17,5 млн т), страны ЕС (10,8 млн т), Австралия (9,85 млн т), Россия (9,7 млн т), Аргентина (8,3 млн т), государства Средней Азии (5,1 млн т), Украина (3,6 млн т). На рынках пшеницы Африки, Западной Азии, Японии и Кореи доминирующее положение будут занимать США и Канада.

Основными поставщиками ячменя на данные рынки станут страны ЕС (7,6 млн т), Австралия (3,5 млн т), Украина (2 млн т), Аргентина (1,7 млн т), США (0,4 млн т) Канада (1,5 млн т). Рынки ячменя Западной Азии и Африки будут контролироваться производителями из государств Европейского Союза. Последним придется считаться с присутствием на данных рынках аналогичной продукции из Украины и Австралии. На рынках ячменя Восточной и Южной Азии доминирующее положение будет занимать Австралия.

Основными поставщиками кукурузы на международные рынки будут США (51,84 млн т), Аргентина (14,4 млн т), Украина (2,3 млн т), Китай (2,3 млн т), Южная Азия (1,2 млн т), Россия (0,85 млн т). США будут занимать лидирующее положение на рынках кукурузы Центральной Америки и Карибов, Японии и Кореи, Западной Азии, Африки, Европейского Союза. При этом на рынках Африки, западной части Южной Америки и ЕС североамериканцам придется столк-

нуться с конкуренцией со стороны Аргентины. Последняя будет иметь значительные доли на рынках Японии, стран АСЕАН и Западной Азии. Поставки кукурузы из Украины будут осуществляться преимущественно в государства ЕС, Западной Азии, Африки.

Основными поставщиками риса на международные рынки будут страны АСЕАН (17,7 млн т), США (3,2 млн т), Китай (2,1 млн т), Аргентина (1,8 млн т), государства Южной Азии (0,45 млн т). Крупнейшим экспортером в регионе АСЕАН будет Таиланд, осуществляющий поставки более чем в 150 стран. В результате роста численности населения Южной Азии потребление риса в регионе увеличится, а его поставки на международные рынки сократятся. Рис из стран АСЕАН будет занимать доминирующее положение на рынках Беларуси, России, Украины, Кореи, а также государств ЕС, Океании, Африки, Центральной Азии, Закавказья, Западной Азии.

#### Сегмент мяса

Основными поставщиками говядины на международные рынки станут Бразилия (2,3 млн т), Океания (1,97 млн т), Аргентина (0,9 млн т), Канада (0,4 млн т), Беларусь (0,1 млн т). Бразилия и Аргентина будут занимать доминирующее положение на рынках говядины Восточной Азии (стран АСЕАН, Китая, Японии и Кореи), России, а также Евросоюза, Западной и Центральной Азии, Африки, Закавказья. Для стран Океании крупнейшими рынками сбыта говядины будут Восточная Азия, Центральная Америка и Карибы.

Основными поставщиками свинины на международные рынки будут Канада (1,3 млн т), США (0,75 млн т), Бразилия (0,45 млн т), западная часть Южной Америки (0,31 млн т), Бела-

рус (0,07 млн т). Канада и США займут доминирующее положение на рынках Японии, Кореи, Китая, Океании, Центральной Америки и Карибов. Бразилия и страны западной части Южной Америки будут лидировать на рынках свинины России, ЕС и Африки.

Основными поставщиками птицы на международные рынки будут Бразилия (3,7 млн т), США (2,9 млн т), Аргентина (0,28 млн т), Океания (0,14 млн т). Бразилия станет доминировать на рынках Восточной и Центральной Азии, Закавказья, Украины и Молдовы. На рынках Африки, Западной Азии и России будут сильны позиции Бразилии и Аргентины.

Основными поставщиками баранины на мировой рынок будут наиболее развитые страны Океании (Австралия и Новая Зеландия). Их общая доля в мировом экспорте данного вида мяса составит 658 тыс. т. Значительно меньшими будут доли России (39,6 тыс. т), стран АСЕАН (25,7 тыс. т), Средней и Южной Азии (соответственно 16 тыс. т и 13 тыс. т). Произведенная в Океании баранина будет доминировать на рынках ЕС, Африки, Северной и Южной Америки, Восточной и Западной Азии.

#### *Сегмент молочной продукции*

Основными ее поставщиками на мировой рынок будут Океания (16,03 млн т), ЕС (6,33 млн т), Беларусь (2,54 млн т), Аргентина (1,84 млн т), Украина (1,22 млн т), США (1,06 млн т). Молочная продукция, произведенная в Новой Зеландии и Австралии, будут доминировать на рынках Китая, Японии, Кореи, государств АСЕАН и Южной Азии. На рынках Центральной Америки и Карибов основными конкурентами Океании станут США и Аргентина. ЕС будет иметь преимущество на рынках молока стран Африки и занимать достаточно сильные позиции на аналогичных рынках России, государств Западной Азии и Центральной Америки.

#### *Сегмент картофеля*

Основными поставщиками на мировой рынок картофеля и продуктов его переработки будут страны ЕС (0,54 млн т), Канада (0,47 млн т), Украина (0,47 млн т), Китай (0,2 млн т), Беларусь

(0,08 млн т), государства Южной и Западной Азии (соответственно 0,08 млн т и 0,07 млн т). Картофель из Европейского Союза будет занимать лидирующее положение на рынках стран Африки, а также российском (на последнем конкурентом ЕС станет Украина). На рынках картофеля государств Африки и Центральной Америки будет доминировать Канада.

#### *Сегмент сахара*

Основными поставщиками данного продукта на мировой рынок будут Бразилия (14,4 млн т), Океания (4,79 млн т), Центральная Америка и Карибы (3,27 млн т), Южная Азия (2,01 млн т), АСЕАН (2,02 млн т), Аргентина (0,86 млн т), Украина (0,43 млн т), Беларусь (0,1 млн т). Бразилия будет доминировать на рынках сахара Канады, США, России, ЕС, а также государств Африки, западной части Южной Америки, Закавказья, Западной Азии. Бразилия станет представлять рассматриваемый продукт на рынки Японии, Кореи, Китая. Океания займет доминирующее положение на рынках сахара Китая, Японии и Южной Кореи. Запасы данного продукта вырастут в центральноамериканском и карибском регионах, которые уступят своим конкурентам на международном рынке. Тем не менее местные производители осуществляют крупные поставки сахара – преимущественно на рынки США. Южной, Западной и Центральной Азии.

#### *Сегмент масличных*

Основными их поставщиками на мировой рынок будут государства АСЕАН (28,2 млн т), Аргентина (9,67 млн т), Бразилия (6,91 млн т), США (4,07 млн т), Канада (3,28 млн т), Украина (1,53 млн т), а также государства Океании (0,42 млн т), Средней Азии (0,27 млн т), западной части Южной Америки (0,37 млн т). Масличные из стран АСЕАН будут доминировать на рынках Китая, Южной Азии, Японии и Кореи. Аргентина и Бразилия будут занимать лидирующее положение на рынках ЕС и африканских стран. Позиции США и Канады будут наиболее сильными на рынках Центральной Америки и Западной Азии.

### **Заключение**

1. Создание глобальной экономической модели позволяет:

выявлять связи, имеющиеся внутри национальных и региональных продовольственных систем;

оценивать перспективы Беларуси на международных рынках продовольствия;

адаптировать отечественный аграрный сектор к изменяющейся конъюнктуре международных продовольственных рынков;

на государственном уровне принимать решения, обеспечивающие управление товарными и финансовыми потоками на рынках продовольствия.

2. Затраты стран Африки на импорт включенных в рассматриваемую модель сельскохозяйственных продуктов составят 39,2 млрд USD, Западной Азии – 28,9 млрд USD, Восточной Азии – 56,8 млрд USD, Южной Азии – 14,8 млрд USD, России – 8,9 млрд USD. Приведем расчетные суммы экспорта данных товаров из различных стран и регионов: США и Канада – 58 млрд USD, Бразилия, Аргентина и Уругвай – 46,5 млрд USD, Австралия и Новая Зеландия – 25,5 млрд USD, Средняя Азия – 2 млрд USD, Украина – 5,2 млрд USD, Беларусь – 2,15 млрд USD.

В целом продовольственные системы стран СНГ будут относиться к нетто-экспортерам. Суммарный размер их сальдо в сфере международной торговли основными видами сельскохозяйственной продукции составит 2,3 млрд USD. При этом сальдо России и стран Закавказья применительно к исследуемым в модели товарам будут отрицательными (соответственно –3,8 млрд USD и –1,1 млрд USD). Сальдо продовольственных систем Украины, Беларуси и стран Средней Азии будут иметь положительные значения (соответственно 4,31 млрд USD, 0,98 млрд USD и 1,9 млрд USD).

3. В ближайшей перспективе сальдо продовольственной системы Евросоюза в области международной торговли основными видами

сельскохозяйственной продукции будет иметь отрицательное значение (–4,04 млрд USD). При характерных для ЕС уровне развития аграрных технологий и площади выведенных из оборота сельскохозяйственных земель сложившееся положение дел не создаст никакой угрозы для продовольственной безопасности данного региона. Однако в условиях роста численности населения руководству Европейского Союза придется рассмотреть возможность наращивания объемов производства сельскохозяйственной продукции.

4. Перспективным направлением развития экспортного потенциала отечественного АПК представляется наращивание объемов производства молочной и мясной продукции, позволяющее реализовать естественные конкурентные преимущества продовольственной системы Беларуси. Иными достаточно перспективными экспортными товарами являются сахар, картофель, а также продукты их переработки.

5. На начальном этапе расширения сферы деятельности структурам отечественного аграрного сектора необходимо избегать необоснованных экономических рисков. Это обусловлено тем, что в последние годы на рынках СНГ белорусские пищевые предприятия вступили в открытую конкурентную борьбу не столько с российскими, сколько с американскими и западноевропейскими структурами, обладающими совершенными технологиями производства и богатым опытом использования инструментов маркетинга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Форрестер, Д. Мировая динамика: пер. с англ. / Д. Форрестер. – М.: АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2003. – 379 с.
2. Леонтьев, В. В. Избранные произведения: в 3 т. – М.: Экономика, 2006. – Т. 2: Специальные исследования на основе методологии «затраты–выпуск». – 543 с.
3. Красс, М. С. Математические методы и модели для магистрантов экономики: учеб. пособие / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. – СПб: Питер, 2006. – 496 с.
4. Математические модели глобального развития: критический анализ моделей природопользования / В. А. Егоров [и др.]; отв. ред. В. А. Егоров. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 192 с.
5. Гранберг, А. Г. Коалиционный анализ многорегиональных систем: теория, методология, результаты анализа (СССР накануне распада) / А. Г. Гранберг, В. И. Суслов; Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Ин-т экономики и орг. пром. пр-ва. – Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, 1993. – 63 с.
6. Сушко, В. И. Методика исследования взаимодействия стран и регионов на мировом продовольственном рынке / В. И. Сушко // Аграрная экономика. – 2011. – № 3. – С. 64–70.

#### РЕЗЮМЕ

Разработана глобальная экономико-математическая модель развития и взаимодействия аграрного сектора Беларуси с международными продовольственными системами, определены основные международные товарные и финансовые потоки в крупнейших сегментах мирового продовольственного рынка.

#### SUMMARY

The global economic-mathematical model of development and interaction of agrarian sector of Belarus with the international food systems is developed, the basic international commodity and financial streams on the foodstuffs in a cut of the basic segments of the world food market are defined.

*Поступила 12.06. 2012*