

## Об одной модели рынка зерна

Современная модель зернового рынка представляет собой сложную систему взаимосвязей между производителями и потребителями продовольственной продукции. Формы взаимоотношений участников зернового рынка (производителей, переработчиков и посредников) существенно определяют эффективность их функционирования в рыночных условиях. Специфичность рынка зерна заключается в ограниченности предложения, его пространственной распределенности, т.е. существенной с точки зрения экономической эффективности удаленности производителей относительно рынков сбыта, многообразии рынков сбыта и форм взаимодействия участников зернового рынка, значительном влиянии климатических факторов на объем предложения сельхозпродукции, конъюнктуры национального и мирового рынков зерна и материально-технических ресурсов. Рыночные взаимоотношения, как правило, формируются в условиях неопределенности и риска. В связи с этим модель рынка зерна может быть описана теоретико-игровой моделью, характерными свойствами которой выступают пространственная распределенность предложения и спроса; наличие цепочки производство–переработка (первичная и вторичная переработка); сезонность производства сельскохозяйственной продукции и, соответственно, предложения и спроса.

Характеристиками любого рынка является спрос и предложение продукции, а также инфраструктура и особенности функционирования его основных участников. Всех участников зернового рынка условно можно разделить на три группы: 1) участники, влияющие на предложение зерна (производители сельхозпродукции); 2) участники, влияющие на спрос (мукомольные, комбикормовые, спиртовые, пивоваренные и крупозаводы, хлебопекарные предприятия, макаронные и кондитерские фабрики, животноводческие фермы, птицефабрики, рыбные хозяйства); 3) участники, влияющие и на предложение, и на спрос (заготовительные элеваторы, участники бартерных сделок) (рис. 1).

Рассмотрим теоретико-игровую статичную, стационарную модель зернового рынка. Обозначим через  $i$  индекс производителя сельскохозяйственной продукции ( $i = 1, \dots, I$ );  $j$  – индекс переработчика, выступающего в качестве основного потребителя на зерновом рынке ( $j = 1, \dots, J$ ).

Эффективность функционирования производителя  $i$  зависит от следующих факторов [1, с. 104]:

1)  $p_i$  – затраты на производство единицы сельскохозяйственной продукции, соответственно затраты на производство продукции в объеме  $v_i$  составят  $p_i v_i$ ;

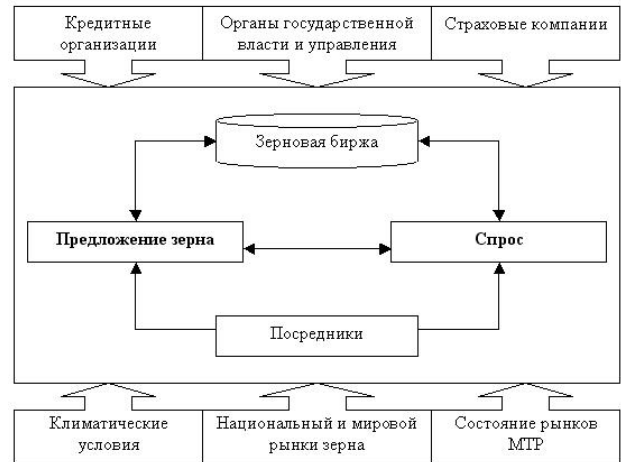


Рис. 1. Схема функционирования зернового рынка

2)  $z_{ij}$  – затраты производителя  $i$  на реализацию единицы продукции переработчику  $j$  в объеме  $x_{ij}$ ; совокупные затраты:  $z_i = \sum_{j=1}^J z_{ij} x_{ij}$ .

Прибыль производителя  $i$  от производства и реализации продукции ( $N_i$ ) составляет:

$$N_i(x_i) = \sum_{j=1}^J (c_j - p_i - z_{ij}) x_{ij} \rightarrow \max_{\underline{X}_i \leq \sum_{j=1}^J x_{ij} \leq \bar{X}_i}, \quad \forall i = 1, \dots, I. \quad (1)$$

В соответствии с естественными принципами сельскохозяйственного производства объем реализации и производства продукции  $v_i$  ( $v_i = \sum_{j=1}^J x_{ij}$ ) не превышает  $\bar{X}_i$  – производственного потенциала, зависящего от климатических и почвенных условий, используемых агротехнологий и прочих факторов, и превосходит  $\underline{X}_i$  – минимально необходимого объема производства продукции, обеспечивающего нормальное функционирование предприятия. С учетом данного факта введем условие:

$$\underline{X}_i \leq v_i = \sum_{j=1}^J x_{ij} \leq \bar{X}_i, \quad \forall i = 1, \dots, I. \quad (2)$$

Прибыль переработчика  $j$  формируется в результате производства и реализации готовой продукции, при этом вектор  $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{Ij})$  выступает в качестве сырьевых ресурсов для производства. Таким образом, прибыль переработчика выражается как:

$$L_j(c_j) = (d_j - c_j) \sum_{i=1}^I x_{ij} \rightarrow \max_{c_j \in [c_j^{\min}, c_j^{\max}]}, \quad \forall j = 1, \dots, J, \quad (3)$$

где  $d_j$  – доход, получаемый от производства и реализации единицы переработанного сельскохозяйст-

венного сырья;  $c_j$  – цена приобретения единицы сельскохозяйственного сырья;  $y_j = \sum_{i=1}^I x_{ij}$  – объем приобретаемого сырья.

Переработчик путем согласования цен (рыночного торга) обеспечивает удовлетворение потребностей производства в сырье (спрос) в объеме не менее  $\underline{Y}_j$  (т.е. при этой величине поддерживается непрерывное функционирование предприятия) и не более  $\bar{Y}_j$  – величины мощности производства:

$$\underline{Y}_j \leq y_j \leq \bar{Y}_j, \forall j = 1, \dots, J. \quad (4)$$

Исходя из основных экономических принципов принятия решений цена закупки сырья  $c_j$  формируется в рамках некоторого ценового интервала  $[\underline{c}_j, \bar{c}_j]$ .

Структурная схема взаимодействия участников ЗР приведена на рисунке 2.

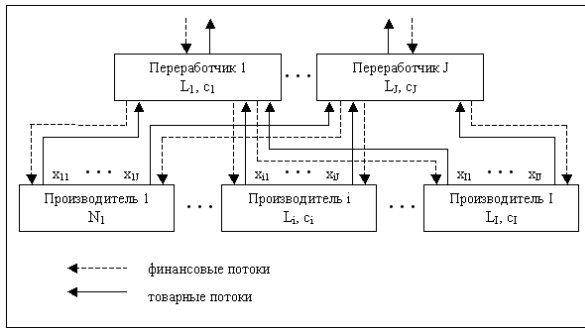


Рис. 2. Схема взаимодействия участников рынка

Средняя рыночная цена реализации сельскохозяйственной продукции формируется в результате соотношения распределения предложения  $v_j$  по рынкам сбыта и локальных равновесных цен  $c_j$ :

$$c = \frac{\sum_{j=1}^J c_j x_{ij}}{\sum_{i=1}^I v_i}.$$

Учитывая влияние рыночной цены  $c_j$  на объем предложения  $x_j$ , матрица распределения предложения продукции по рынкам сбыта  $j = 1, \dots, J$  имеет следующий вид:

$$X = \{x_{ij}(c_j)\}_{i=\bar{1}, I, j=\bar{1}, \bar{J}}.$$

Строка  $x_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{ji})$  – распределение предложения  $i$ -го производителя по рынкам сбыта ( $\sum_{j=1}^J x_{ij} = v_i$ ), а столбец  $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij})$  – удовлетворение спроса на рынке  $j$ . Предложение на рынке  $j$  составит  $y_j = \sum_{i=1}^I x_{ij}$ . Совокупное предложение оценивается как  $V = \sum_{i=1}^I v_i$ , а совокупный удовлетворенный спрос –  $Y = \sum_{j=1}^J y_j$ . Общая емкость внутреннего рынка сырья оценивается как  $\bar{Y} = \sum_{j=1}^J \bar{Y}_j$ .

Принимая во внимание структуру зернового рынка и условия конкуренции, учтем, что

$$x_{ij} \leq Y_j - \sum_{k=1, k \neq i}^I x_{kj}, \forall i = 1, \dots, I, \forall j = 1, \dots, J. \quad (5)$$

Равновесие по Вальрасу [2, с. 54] на рынке сельскохозяйственной продукции для набора цен  $(c_1, \dots, c_J)$  записывается в виде равенства спроса совокупному предложению:  $\sum_{j=1}^J y_j(c_j) = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I x_{ij}(c_j)$  с учетом выполнения условий (2), (4), (5).

Запишем рассмотренную ситуацию на рынке сельскохозяйственной продукции в виде бескоалиционной игры с постоянной суммой.

Каждый участник рынка заинтересован в максимизации своего дохода, поэтому функциями выигрыша игроков выступают прибыли  $N_i$  и  $L_j$ .

Стратегии игроков:

1) стратегия переработчика  $c_j$ :  $c_j \in [\underline{c}_j, \bar{c}_j]$  и  $y_j(c_j) \in [\underline{Y}_j, \bar{Y}_j], j = 1, \dots, J$ ;

2) стратегия производителя  $x_j = (x_{j1}, \dots, x_{ji})$ :  $v_i(x_{ij}) \in [\underline{X}_i, \bar{X}_i], i = 1, \dots, I$ .

Игра, при участии  $I$  производителей и  $J$  переработчиков, описывается агрегатом:

$$\Gamma = \langle I + J, x_1, \dots, x_I, c_1, \dots, c_J, N_i, L_j, i = \bar{1}, I, j = \bar{1}, \bar{J} \rangle. \quad (6)$$

Доминирующей стратегией для производителя  $i$ ,  $i = 1, \dots, I$ , в игре (6) является выбор такого рынка сбыта  $j^*$ , на котором величина прибыли на единицу продукции принимает наибольшее значение:  $j_i^* = \arg \max_{j=\bar{1}, \bar{J}} \{c_j - p_i - z_{ij} : c_j - z_{ij} > \bar{c}_s - z_{is}, s = \bar{1}, \bar{J}, s \neq j\}$ .

Распределение продукции по рынкам сбыта происходит с учетом их приоритетности для производителей. При использовании упорядочивания рынков сбыта по степени приоритетности ( $m = 1, \dots, J$ ) доминирующей стратегией производителя является:

$$x_{im} = \begin{cases} \min \left\{ Y_m - \sum_{k=1, k \neq i}^I x_{km}, v_i \right\}, & m = 1, \\ \min \left\{ Y_m - \sum_{k=1, k \neq i}^I x_{km}, v_i - \sum_{s=1, s \neq m}^J x_{is} \right\}, & m > 1. \end{cases}$$

Доминирующей стратегией для производителя  $j$ ,  $j = 1, \dots, J$ , в игре (6) является выбор такой цены  $c_j^*$ , при которой величина прибыли, получаемой от производства и реализации единицы переработанного сырья, принимает наибольшее значение:  $c_j^* = \arg \max_{c_j \in [\underline{c}_j, \bar{c}_j]} \{d_j - c_j\}$ . Это происходит при  $c_j^* = \underline{c}_j$ .

В соответствии с определением [3, с. 66; 4, с. 14], гарантированные результаты переработчиков и производителей оцениваются в зависимости от соотношения спроса и предложения следующим образом: гарантированный результат переработчика  $j$  оценивается как:

$$G_j = \max_{c_j \in [c_j, c_j]} \min_{\underline{X}_i \leq v_i \leq \bar{X}_i, i=1, l} \left\{ (d_j - c_j) \sum_{i=1}^l x_{ij} \right\} = (d_j - c_j) Y_j^*, \quad (7)$$

где

$$Y_j^* = \begin{cases} V - \sum_{s=1, s \neq j}^J \bar{Y}_s, & \text{если } V \leq \bar{Y}, \bar{Y}_j \geq V - \sum_{s=1, s \neq j}^J \bar{Y}_s; \\ \bar{Y}_j, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Из (7) видно, что следование стратегии гарантированного результата приведет к положительному экономическому эффекту при выполнении условий  $d_j - c_j > 0$ ;  $V - \sum_{s=1, s \neq j}^J \bar{Y}_s \geq \bar{Y}_j$ . В противном случае

может сложиться критическая ситуация, когда степень удовлетворения спроса переработчика менее минимального уровня ( $\underline{Y}_j$ ), необходимого для непрерывного, устойчивого функционирования предприятия. Это возможно при существенном дефиците предложения продукции, а также в случае, если предприятие занимает незначительную долю рынка сырья ввиду малых производственных мощностей. Повышение эффективности функционирования таких переработчиков возможно за счет диверсификации производственного процесса путем включения в свою деятельность производства первичной продукции (сырья), интеграции с другими переработчиками или производителями сельскохозяйственной продукции, расширения сырьевых рынков.

Гарантированный результат производителя  $i$  оценивается как:

$$Q_i = \max_{x_j: \underline{X}_i \leq v_i \leq \bar{X}_i, x_j: \underline{X}_i \leq v_i \leq \bar{X}_i, k \neq i} \min_{c_j \in [c_j, c_j]} \left\{ \sum_{j=1}^J (c_j - p_i - z_{ij}) x_{ij} \right\} =$$

$$= \sum_{j=1}^J (c_j - p_i - z_{ij}) x_{ij}^*$$

где

$$x_{ij}^* = \min \left\{ v_i - \sum_{l=1, l \neq j}^J x_{il}^*, Y_j - \sum_{k=1, k \neq i}^I x_{kj}^* \right\},$$

а  $\sum_{l=1, l \neq j}^J x_{il}^*$  и  $\sum_{k=1, k \neq i}^I x_{kj}^*$  – объемы уже распределенной сельскохозяйственной продукции.

Из (8) следует, что в случае  $V \leq \bar{Y}$  использование стратегии гарантирующего результата приведет к обеспечению производителем нормы прибыли и его эффективному функционированию, за счет усиления конкуренции между переработчиками сельхозпродукции.

В условиях конкуренции и превышения совокупного предложения над спросом ( $V > Y$ ) производителю для усиления устойчивости функционирования необходимо находить новые рынки сбыта, оптимизировать структуру производства. В данном случае следование стратегии гарантированного результата не приведет к положительному экономическому эффекту, так как остаток неудовлетворенного спроса на рынке  $j$  ( $Y_j - \sum_{k=1, k \neq i}^I x_{kj}^*$ ) может оказаться меньше  $\underline{X}_j$ .

### Библиографический список

1. Боговиз, А.В. Системный анализ проблем повышения рентабельности производства зерна в Алтайском крае / А.В. Боговиз, Е.В. Понькина. – Барнаул, 2006.
2. Вальрас, Л. Элементы чистой политической экономии / Л. Вальрас. – М., 2000.
3. Гермейер, Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами / Ю.Б. Гермейер. – М., 1976.
4. Петросян, Л.А. Теория игр / Л.А. Петросян, Н.А. Зенкевич, Е.А. Семина. – М., 1998.