

УДК 519.866
ББК 73

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНОЧНОГО ПРОЦЕССА ОЛИГОПОЛИСТИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ

Степанов Л.В.¹

*(Институт менеджмента, маркетинга и финансов,
Воронеж)*

Олигополистическая конкуренция характеризуется координацией планов участников. Рассмотрены различные виды олигополии. На основе теории множеств предложена модель олигополистического рынка. Разработаны две модели для различных видов конкуренции, построенные на основе генетического алгоритма, нейросетевых технологий и методов теории игр.

Ключевые слова: конкуренция, олигополистическая конкуренция, модель рынка, генетический алгоритм, нейронные сети.

Одним из видов конкуренции является олигополистическая конкуренция — тип рынка, когда на нем господствует несколько предприятий (но не много), координирующих свои стратегические, тактические и (или) оперативные планы по взаимодействию с другими участниками, причем, как производителями, так и потребителями товаров и услуг.

С учетом экономической сущности олигополии предлагается рассматривать два типа объединения:

1. Объединение с формированием одного «совокупного» участника рынка — фактически создается один новый участник рынка и все вошедшие в него предприятия теряют свою само-

¹ Леонид Викторович Степанов, кандидат технических наук, доцент (stepanovlv@yandex.ru, тел.8-950-771-31-13).

стоятельность. К такой олигополии относят: трест, холдинг и концерн. Фактически такая форма очень близка к монополии и поэтому рассматриваться не будет;

2. Объединение с кооперацией – предприятия сохраняют свою независимость фактически выступая, как отдельные участники рынка. К этой олигополии можно отнести: картель, синдикат, консорциум, конгломерат. Однако между ними существуют различия, связанные с тем какую продукцию выпускают предприятия.

По типу продукции различают следующие виды олигополии с кооперацией:

1. Дифференцированная олигополия;
2. Чистая олигополия.

Олигополия, производящая однородный продукт, называется чистой. В этом случае цена товара на рынке единая для всех производителей. Такая форма близка по механизмам к совершенной конкуренции. Предметом кооперации являются объемы производимой продукции.

Олигополия, производящая разнообразную по параметрам продукцию, как правило, одного функционального назначения, является дифференцированной. Товары на таком рынке обычно распределяются по так называемым кластерам — группам однотипных по составу, но неоднородных по значениям характеристик товаров. При этом такое разделение носит условный характер, так как по свойствам товары дифференцированы. То есть на рынке присутствуют товары, как «VIP» так и «эконом» класса. Предметом кооперации в этом случае являются параметры продукции.

Для построения модели рынка предлагается применить теоретико-множественный подход.

Под математической моделью рынка будем понимать совокупность элементов:

$$(1) \quad R = \langle PT, PR, G \rangle,$$

где PT – множество потребителей товара; PR – множество производителей товара; G – государство, как регулирующий механизм рынка.

Государство G регулирует отношения на рынке через законодательную базу, создавая такие условия, при которых ни один участник рыночного процесса не станет (не захочет) прибегать к действиям, нарушающим положения этой базы, то есть конкуренция не станет недобросовестной.

Множества потребителей и производителей товаров можно описать:

$$(2) \quad PT = \{pt_i\}, i = \overline{1, n}, \quad PR = \{pr_j\}, j = \overline{1, m},$$

где m – количество производителей; n – количество потребителей.

Наполнением рынка является товар. Определение множества товаров производимых (потребляемых) на рынке зависит от вида олигополии. В случае чистой олигополии множество T можно определить, как:

$$(3) \quad T = \{T_j\}, j = \overline{1, m},$$

где m – количество производителей; T_j – подмножество товаров j -того производителя:

$$(4) \quad T_j = \{t_k\}, k = \overline{1, l_j},$$

где l_j – количество товаров j -того производителя.

Объединив (3) и (4) получаем, что множество T можно определить:

$$(5) \quad T = \{t_{jk}\},$$

где t_{jk} – k -тый товар j -того производителя.

В случае дифференцированной олигополии:

$$(6) \quad T = \{t_k\}, k = \overline{1, l},$$

где l – количество товаров на рынке R .

Будут отличия в определении полного ассортимента товара на рынке R . В случае чистой олигополии:

$$(7) \quad S = \sum_{j=1}^m l_j.$$

В случае дифференцированной олигополии:

$$(8) \quad S=l.$$

Обозначим H множество характеристик товара рынка. В условиях чистой олигополии:

$$(9) \quad H = \{h_{jk}^y\}, y = \overline{1, w_{jk}},$$

где h_{jk}^y – y -тая характеристика k -того товара j -того производителя; w_{jk} – количество характеристик k -того товара j -того производителя.

В условиях дифференцированной олигополии:

$$(10) \quad H = \{h_k^y\}, k = \overline{1, l}, y = \overline{1, w_k},$$

Для олигополистической конкуренции рассматриваются только неценовые параметры товара:

$$(11) \quad \forall h_{jk}^y | h_{jk}^y \in NC,$$

где NC – неценовые характеристики товара.

Обобщим данное описание в модель рынка:

$$(12) \quad R = \left\langle \{pt_i\}_{i=1}^n, \{pr_j\}_{j=1}^m, G \right\rangle^{\left\{ \{t_{jk}\}_{k=1}^l \right\}_{j=1}^m \{h_{jk}^y\}_{y=1}^{w_{jk}}}.$$

Модель (12) является наиболее общей и соответствующей всем типам олигополии и полностью соответствует ее чистой форме.

Для дифференциальной олигополии вид зависимости несколько упрощается:

$$(13) \quad R = \left\langle \{pt_i\}_{i=1}^n, \{pr_j\}_{j=1}^m, G \right\rangle^{\left\{ \{t_{jk}\}_{k=1}^l \right\} \{h_k^y\}_{y=1}^{w_k}}.$$

Таким образом, рынок R предлагается рассматривать, как совокупность непересекающихся множеств потребителей $\{pt_i\}$ и производителей $\{pr_j\}$ товаров, взаимодействующих с учетом регулирующей функции государства G и координирующих свою деятельность в допустимых законом рамках с заданным на этой совокупности множестве производимых (потребляемых) товаров $\{t_{jk}\}$ с определенными неценовыми характеристиками $\{h_{jk}^y\}$.

В результате полученные описания (12) и (13) рынка олигополистической конкуренции, как системы позволяют перейти к моделированию рыночного процесса, то есть самого конкурентного взаимодействия. Особенности видов олигополии требуют построения отдельной модели для каждого из них.

В условиях дифференцированной олигополии на рынке представлены товара с различными характеристиками. Условно можно считать, что рынок разделен на несколько секторов, на каждом из которых производится и потребляется определенный товар. Причем на рынке в целом отсутствует близкие по характеристикам товары.

Цель данного вида олигополистической конкуренции состоит в обеспечении необходимого уровня потребительских свойств каждого товара без нарушения сформированной на рынке дифференциации.

Замечание 1. Товар по характеристикам должен соответствовать требованиям потребителя, но не замещать собой другие товары на рынке. Если товара t_2 превосходит товара t_1 , то его параметры товара H_2 превосходят параметры товара H_1 , то есть $t_1 \succ t_2$ если $\{h_1^y\} \succ \{h_2^y\}$, где $\succ$ - обозначает превосходство (доминирование).

Для всех товаров рынка R :

$$(14) \quad t_1 \succ \dots \succ t_k \succ \dots \succ t_l \text{ если } \{h_1^y\} \succ \dots \succ \{h_k^y\} \succ \dots \succ \{h_l^y\}.$$

Применяя подходы теории игр [1, 2] можно утверждать, что: t^* превосходит по параметрам t^{**} если

$\forall h \in H: \Pi(h^*) \geq \Pi(h^{**})$, где Π – некоторая функция, зависящая от характеристики товара, причем хотя бы одно неравенство выполнено строго.

Тогда с учетом транзитивности можно записать:

$$(15) \quad t_1 \succ \dots \succ t_k \succ \dots \succ t_l \text{ если } \Pi_1 \geq \dots \geq \Pi_k \geq \dots \geq \Pi_l.$$

С учетом экономической сущности дифференцированной конкуренции и (14), результатом рыночного процесса должны стать оптимальные характеристики товара, не нарушающие соотношения (15), то есть:

$$(16) \quad \{h_1^y\}_{onm} \succ \dots \succ \{h_k^y\}_{onm} \succ \dots \succ \{h_l^y\}_{onm}.$$

В качестве методологической базы для построения модели дифференцированной олигополии предлагается применить генетический алгоритм, который демонстрирует значительные успехи при решении многих сложных задач оптимизации в условиях, когда целевые функции являются многоэкстремальными. Кроме того, применение генетических алгоритмов не связано со сложным математическим анализом оптимизационных задач, что позволяет реализовывать его в программном обеспечении.

Формирование исходной популяции (инициализация) заключается в выборе заданного количества хромосом (особей), представляемых последовательностями фиксированной длины. В условиях олигополии предлагается сформировать две родительские популяции:

Множество фактических параметров товара выпускаемого производителями H^{PR} на рынке R :

$$(17) \quad H^{PR} = \{\{h_1^y\}_{y=1}^{w_1} \succ \dots \succ \{h_k^y\}_{y=1}^{w_k} \succ \dots \succ \{h_l^y\}_{y=1}^{w_l}\},$$

где h_k^y – значение y -той качественной характеристики k -того товара, производимого на рынке R , w_k – количество характеристик k -того товара;

Множество параметров товара, обеспечивающих наибольшую полезность товаров для потребителей H^{PT} (наиболее желаемых):

$$(18) \quad H^{PT} = \{\{h_1^y\}_{y=1}^{w_1} \succ \dots \succ \{h_i^y\}_{y=1}^{w_k} \succ \dots \succ \{h_n^y\}_{y=1}^{w_l}\},$$

где h_i^y – значение y -той качественной характеристики товара i -того потребителя на рынке R , w_k – количество характеристик k -того товара.

Причем:

$$(19) \quad H^{PR} \wedge H^{PT} \in NC.$$

Важно заметить, что число элементов в (18) необязательно должно соответствовать числу потребителей n на рынке R . Это связано с тем, что pt_i потребитель может нуждаться в товарах из различных кластеров, например, из «VIP» и «эконом» класса одновременно.

Пусть число элементов в (17) равно m .

Базовые принципы формализации качественных характеристик рассмотрены в работах, посвященных теории нечетких множеств [3, 4] и теории принятия решений [5, 6, 7]. Применение этих моделей позволяет перейти от набора лингвистических конструкции к числовому представлению характеристик. Этот переход обязателен, так как разные параметры могут иметь различный набор терминов используемых для их характеристики. Переход к числовой форме позволяет их унифицировать.

Этот переход позволяет выполнить оценку приспособленности (Π^{PR} и Π^{PT}) для каждой из хромосом (17) и (18) согласно:

$$(20) \quad \Pi_k = \sqrt[w']{\prod_{y=1}^{w'} h_k'^{Cy}} \text{ или } \Pi_k = \frac{\sum_{y=1}^{w'} h_k'^{Cy}}{w'},$$

где $h_k'^{Cy}$ – нормализованное значение y -той характеристики k -той хромосомы.

Рассчитываемое значение Π_k будет представлять собой величину, учитывающую равнозначность всех h_k^{cy} . Среднегеометрическая зависимость обеспечивает большую точность, но не может применяться при условии $\exists h_k^{cy}=0$.

Селекция хромосом является одной из наиболее важных операций. На данном этапе происходит формирование пар хромосом для последующего скрещивания. Именно на этом этапе необходимо ввести модификацию, позволяющую реализовать кооперативный характер поведения предприятий на рынке. Предлагается разделить множество H^{PT} на совокупность непересекающихся подмножеств на основании значения функции приспособленности каждой из хромосом. С учетом (14) товар t_1 из «VIP»-кластера будет превосходить по значениям характеристик товар t_2 из «эконом»-кластера следовательно условие $\Pi_1^{PT} > \Pi_2^{PT}$ будет верно.

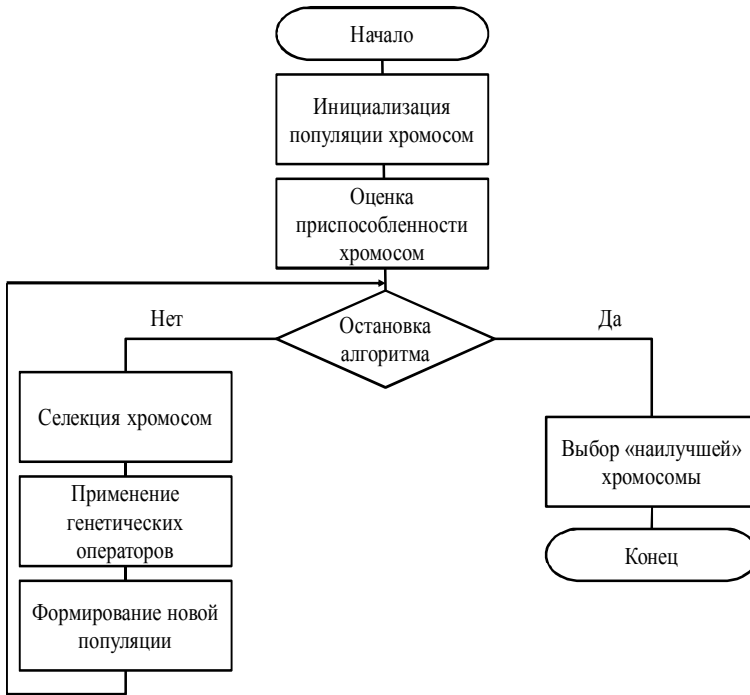


Рис.1 Блок-схема генетического алгоритма

Тогда:

$$(21) \quad H^{PT} = \{H_1^{PT}, \dots, H_k^{PT}, \dots, H_l^{PT}\},$$

где:

$$H_k^{PT} = \{H^{PT} \setminus \{h_i^y\}_{y=1}^w \mid \Pi_i^{PT} \geq \Pi_k^{PR}\},$$

где: Π_i^{PT} – значение функции приспособленности потребителей;
 Π_k^{PR} – значение функции приспособленности k-того товара, выпускаемого производителем.

Каждый потребитель стремится максимизировать свою выгоду. Таким образом, желаемые параметры потребляемого това-

ра могут быть выше или равны (но не могут быть ниже) фактических характеристик производимого товара на рынке.

Все последующие этапы генетического алгоритма остаются без изменений (рис.1) [8], и применяются отдельно к каждому из подмножеств множества H^{PT} .

В результате последовательного применения генетического алгоритма ко всем сформированным подмножествам может быть получено множество $H^{PT}_{\text{опт}}$:

$$(22) \quad H^{PT}_{\text{опт}} = \{ \{h_1^y\}_{\text{опт}}^{PT} \succ \dots \succ \{h_k^y\}_{\text{опт}}^{PT} \succ \dots \succ \{h_l^y\}_{\text{опт}}^{PT} \},$$

где $\{h_k^y\}_{\text{опт}}^{PT}$ – подмножество оптимальных характеристик k-того товара.

Необходимо отметить, что число подмножеств $\{h^y\}_{\text{опт}}^{PT}$ в множестве $H^{PT}_{\text{опт}}$ равно l – количеству товаров производимых для потребления на рынке R.

Благодаря применению (21), условие (15) будет выполняться для всех наборов характеристик. Каждый последующий набор параметров товара будет превосходить предыдущий, но будет превзойден по значению функции приспособленности следующего товара.

Для учета параметров производимого товара предлагается сформировать новую популяцию на основе (16) и (22) и применить к ней генетический алгоритм.

На стадии селекции следует формировать пары из двух хромосом:

1. Хромосомы характеристик товара производителя (16);
2. Хромосомы оптимальных характеристик товара с позиции потребителя (22).

В результате может быть получено множество родительских популяций, представляющих собой картежи типа:

$$(23) \quad \left\langle \{h_k^y\}_k^{w_k}, \{h_k^y\}_{\text{опт}}^{PT} \right\rangle.$$

Экономический смысл решаемой на данном этапе задачи состоит в том, что необходимо найти оптимальное соотношение

между потребительскими (желаемыми) и реальными параметрами товара. При этом можно предположить, что желаемые могут быть несколько завышенными, а реальные – заниженными, в силу стремления производителя минимизировать издержки. Таким образом, оптимальные будут находится между ними.

В силу того, что генетический алгоритм применяется только к одной паре хромосом и с учетом экономического смысла решаемой задачи предлагается внести изменения в условие останковки алгоритма, выбрав:

$$(24) \quad | \Pi_k^{PT} - \Pi_k^{PR} | \leq \Delta,$$

где Δ – допустимая погрешность работы алгоритма.

Величина допустимой погрешности определяется исходя из следующих соображений. При $\Delta \rightarrow 0$ возможно «зависание» алгоритма, в силу не достижимости такой точности. В условиях допустимости большой погрешности уменьшается степень «смешивания» реальных (со стороны производителя) и желаемых (со стороны потребителя) параметров товара. На практике величину Δ можно определить только экспертным путем, причем индивидуально для условий каждого конкретного рынка.

В результате последовательного применения генетического алгоритма ко всем сформированным популяциям может быть получено множество H^{opt} :

$$(25) \quad H^{opt} = \{ \{h_1^y\}^{opt}, \dots, \{h_k^y\}^{opt}, \dots, \{h_l^y\}^{opt} \},$$

где $\{h_k^y\}^{opt}$ – подмножество оптимальных характеристик k-того товара.

Элементы H^{opt} будут соответствовать интересам, как производителей, так и потребителей товара на рынке. Предложенная модель позволит учесть кооперацию производителей на рынке R. Генетический алгоритм позволяет найти оптимальные параметры товара в рамках той потребительской ниши, для которой он создан, «не притесняя» другие товары, а следовательно и их производителей на рынке.

Следующим видом кооперации на рынке является чистая олигополия.

Коалицией будем называть объединение субъектов рынка для решения общих экономических задач и достижения общих целей.

При решении задачи ресурсного распределения необходимо обеспечить выполнение условия:

$$(26) \quad Q^k = \sum_{j=1}^m q_j^k,$$

или

$$(27) \quad Q^k = \{q_j^k\}, j = \overline{1, m},$$

где q_j^k – количество k -той продукции вменяемой для выпуска j -тым производителем коалиции S , причем:

$$(28) \quad S \in R \text{ и } S = PR.$$

При определении (26) должны учитываться индивидуальные особенности каждого субъекта pr_j коалиции S .

Для получения распределения предлагается воспользоваться вектором Шепли [9, 10]. В [11] доказано, что оптимальный вектор распределения Шепли будет единственным для коалиции предприятий.

С помощью вектора Шепли можно получить распределение ресурса по предприятиям данной коалиции S , а условие единственности распределения по элементам pr_j из S позволяет считать его оптимальным.

Вектор

$$(29) \quad D = \{D_j(\Psi)\}.$$

будем называть распределением D по элементам S , где Ψ – некоторая характеристическая функция.

Шепли [11] были сформулированы базовые аксиомы аналитического способа задания характеристической функции Ψ . Они полностью применимы к данному исследованию.

Тогда, в соответствии с условиями постановки задачи функция D , ставящая в соответствие согласно аксиомам коали-

ции S вектор распределения Шепли [10, 11] для данного исследования $D = \{D_j(\Psi)\}$, имеет вид:

$$D_j(\Psi) = \sum_{pr_j \in S} \frac{(|S|-1)!(n_S-|S|)!}{n_S!} (\Psi(S) - \Psi(S \setminus \{j\})), j \in S, \quad (30)$$

где $\Psi(S)$ - характеристическая функция; n_S - количество элементов коалиции S ; $|S|$ - переменная суммирования. Знак модуля в этом случае означает, что величина S используется не как коалиция, а как некоторая целочисленная величина, показывающая количество базовых элементов подмножества S множества производителей.

Для задания характеристической функции $\Psi(S)$ Шепли применялись аналитические формы. Наиболее распространенной является ее задание, как непрерывной функции аналитического вида, либо в качестве распределения вероятностей [9, 10, 11].

Задача любого предприятия сводится к поиску такого сочетания между затратами факторов производства и выпуском продукции, который обеспечил бы ей наибольшую прибыль. Одним из путей ее решения является минимизация издержек при сохранении заданного объема выпуска продукции. Таким образом, одними из основных факторов, определяющих поведение предприятий, и соответственно, характеризующих предприятия, на рынке являются: выпуск продукции, затраты факторов производства, цены выпуска, цены затрат факторов производства, затраты на совершенствование технологии производства продукции и другие. Как видно из представленного перечня, эти факторы могут быть формализованы и представлены в числовой форме.

Введем обозначение характеристик j -того производителя k -того товара:

$$(31) \quad H_k^{prj} = \{h_y^{prj}\}_{k,y=\overline{1,w},k=\overline{1,l}},$$

где h – индивидуальная характеристика rg_j -того производителя, $\{h_y^{pr}\}$ – множество характеристик j -того производителя k -того товара.

В силу того, что в условиях олигополии на рынке представлены производители однородной продукции, можно утверждать, что по параметрам эти предприятия схожи, то есть имеют одинаковый состав характеристик:

$$(32) \quad H_k^{pr} = \{h_y^{pr}\}_{k, y = \overline{1, w}, k = \overline{1, l}}.$$

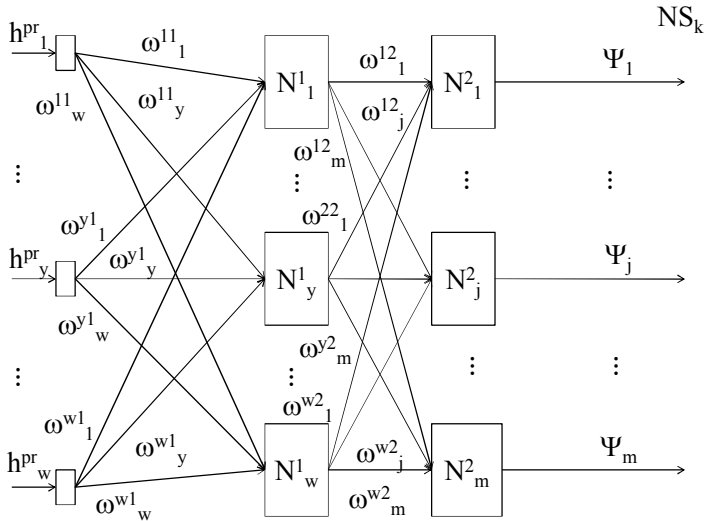


Рис.2 Архитектура искусственной нейронной сети k -того товара

Однако связать между собой некоторые из них и представить в аналитической форме не представляется возможным. В связи с этим для получения значений, характеризующих каждого из участников коалиции, предлагается воспользоваться технологией нейронных сетей [12, 13].

Для моделирования коалиции S производителей предлагается использовать двухслойную архитектуру (рис.2).

В предложенной архитектуре входной слой состоит из нейронов, число которых соответствует числу входных характеристик (31) j -того производителя. В результате преобразования вектор входных характеристик (31) будет преобразован в вектор такой же длины ψ . Процесс преобразования может быть выражен:

$$(33) \quad \psi = F_1(H),$$

где F_1 – активационная функция первого слоя.

В условиях данной задачи значения вектора входных параметров являются одинаково значимыми, что позволяет использовать гомогенную структуру. Одной из наиболее распространенных функций является нелинейная функция с насыщением, так называемая логистическая функция или сигмоид [14].

Вектор ψ будет представлять собой совокупность взвешенных характеристических значений вектора исходных параметров.

Для применения вектора Шепли (30) требуется получить характеристические значения для каждого производителя коалиции. Для решения этой задачи нейронная сеть дополнена вторым слоем (рис.2), число нейронов которого равно числу производителей.

В результате преобразования получаем:

$$(34) \quad \Psi = F_2(\psi),$$

где F_2 – активационная функция второго слоя.

Нейронные сети представляет собой адаптивную систему, жизненный цикл которой состоит из двух независимых фаз – обучения и работы сети. Обучение считается законченным, когда сеть правильно выполняет преобразование на тестовых примерах и дальнейшее обучение не вызывает значительного изменения настраиваемых весовых коэффициентов. Существует множество различных способов обучения нейронной сети [8].

Производственные характеристики предприятий рынка R зависят от особенностей выпускаемого товара. Эти отличия связаны не только с технологией производства отдельных това-

ров, но и с экономическими процессами на предприятиях (например сбытом и хранением). Поэтому использовать одну и ту же нейронную сеть для различных товаров рынка нельзя. В тоже время, определение характеристических значений связано с анализом одних и тех же производственных характеристик, поэтому изменять предложенную архитектуру (рис.2) не требуется. Тогда нейронная система коалиции S производителей ранка R может быть представлена совокупностью независимых искусственных нейронных сетей, количество которых равно числу товаров на рынке R.

В результате предлагается следующая технология использования нейронной системы коалиции S производителей:

Формирование исходного информационного массива о производственных характеристиках всех производителей коалиции S для всех товаров:

$$(35) \quad H^{pr} = \{\{h_y^{pr1}\}_1, \dots, \{h_y^{prj}\}_k, \dots, \{h_y^{prm}\}_l\}.$$

Последовательная подстановка значений производственных характеристик всех производителей в нейронные сети товаров.

Формирование промежуточного информационного массива характеристических значений производителей коалиции по товарам:

$$(36) \quad \Psi = \{\{\Psi_{11}\}_{j=1}^m, \dots, \{\Psi_{jk}\}_{j=1}^m, \dots, \{\Psi_{ml}\}_{j=1}^m\}.$$

В силу того, что в нейронной сети k-того товара количество нейронов выходного слоя равно числу производителей подстановка значений характеристик (элементов k-той строки матрицы (36)), позволит получить для каждого производителя по каждому товару множество характеристических значений Ψ . То есть будут определены характеристические значения каждого производителя, как при собственных параметрах производства, так и при производственных характеристиках всех других участников коалиции. Такой подход позволит имитировать процесс форми-

рования множества коалиций необходимых для применения вектора Шепли.

Формирование, на основе перегруппировки (36), конечного информационного массива характеристических значений по производителям коалиции:

$$(37) \quad \Psi^{Pr} = \{ \{ \Psi_1 \}_{j=1}^m \}_1, \dots, \{ \Psi_k \}_{j=1}^m \}_j, \dots, \{ \Psi_l \}_{j=1}^m \}_m \},$$

где $\{ \{ \Psi_k \}_{j=1}^m \}_j$ – m характеристических значений k-того товара j-того производителя.

Или в развернутой форме для товара t_k :

$$(38) \quad \Psi_{t_k}^{Pr} = \{ \{ \Psi_1, \dots, \Psi_j, \dots, \Psi_m \}_1, \dots, \{ \Psi_1, \dots, \Psi_j, \dots, \Psi_m \}_j, \dots, \{ \Psi_1, \dots, \Psi_j, \dots, \Psi_m \}_m \}.$$

Зная (38) и используя (30), можно получить распределение (29) и пропорционально ему определить количества продукции (27) вменяемой для выпуска каждым производителем коалиции S.

Следует особо отметить, что новизной предложенного подхода является возможность учета большого спектра производственных характеристик предприятий. Можно учесть не только финансовые показатели производства, но и особенности технологические процессов на предприятиях, а также прочие экономические факторы (маркетинг, сбыт, снабжение, хранение и другие) их деятельности.

Литература

1. ГЛИСИН Ф., ВОРОНИНА Г. *О конкурентоспособности промышленных предприятий* // Экономист. - 2004. - № 6. - С. 17-21.
2. ПЕТРОСЯН Л.А. *Бескоалиционные дифференциальные игры*. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1989. – 275 с.

3. КОФМАН А., ХИЛ АЛУХА Х. *Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями*: Пер. с исп. – Мн.: Вышэйшая школа, 1992. – 224 с.
4. ЗАДЕ Л.А. *Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений*. - В кн.: Математика сегодня. - М.: Знание, 1974, С.5-49.
5. АЙЗЕРМАН М.А., МАЛИШЕВСКИЙ А.В. *Некоторые аспекты общей теории выбора лучших вариантов*. - М.: ИПУ АН СССР, 1980. - 36 с.
6. БЕЛЯЕВ Л.С. *Решение сложных оптимизационных задач в условиях неопределенности*. - Новосибирск: Наука, 1978. - 126 с.
7. ГАФТ М.Г. *Принятие решений при многих критериях*. - М.: Знание, 1979. - 64с.
8. РУТКОВСКАЯ Д., ПИЛИНСКИЙ М., РУТКОВСКИЙ Л. *Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы*: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. - М.: Горячая линия -Телеком, 2006. - 452 с
9. АУМАН Р., ШЕПЛИ Л. *Значения для неатомических игр*. - М.: Мир, 1977. - 230 с.
10. ДЮБИН Г.Н. *О функции Шелли для игр с бесконечным числом игроков*. // Теоретико-игровые вопросы принятия решений. - Л.: Наука, 1978. - 310 с.
11. РОЗЕНМЮЛЛЕР И. *Кооперативные игры и рынки*. - М.: Изд. Мир, 1974. - 168с.
12. *Нейронные сети: История развития теории* / Под ред. А.И.Галушкина и Я.З.Цыпкина. – М.: ИПРЖР, 2001. – 840 с.
13. ГОЛОВКО В.Л. *Нейронные сети: обучение, организация и применение* / Под ред. А.И. Галушкина. Науч. сер. «Нейрокомпьютеры и их применение». Кн. 4. - М.: ИПРЖР, 2001. - 256 с.

14. УОСЦЕРМАН Ф. *Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика* / Пер. С англ. - М.Мир, 1992. - 240 с.

MODELING OF MARKET COMPETITION OLIGOPOLISTIC

Leonid Stepanov, Institute of Management, Marketing and Finance, Voronezh, Cand.Sc., assistant professor (stepanovlv@yandex.ru).

Oligopolistic competition is characterized by coordinating plans for the participants. The different types of oligopoly competition were considered. The model of oligopolistic market is proposed on the basis of set theory multitude. Two models for different types of competition based on genetic algorithm, neural networks technology and methods of game theory were developed.

Key words: competition, oligopolistic competition, the market model, genetic algorithm, neural network.