

3.13. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАВНОВЕСИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО РЫНКА

Фомин А.В., аспирант кафедры
бизнес-аналитики
Акопов А.С., д.т.н., профессор кафедры
бизнес-аналитики

Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики»

В настоящей статье представлена динамическая модель равновесия фармацевтического рынка, разработанная с использованием методов системной динамики и агентного моделирования. С помощью данной модели на реальных данных исследованы различные сценарии государственного регулирования фармацевтического рынка и возможные стратегии агентов-производителей.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в Российской Федерации активно ведётся политика государственного регулирования фармацевтического рынка. С 2010 г. в качестве инструмента политики регулирования используется ограничение максимальных отпускных цен на препараты из устанавливаемого государством перечня жизненно-необходимых и важных лекарственных средств (ЖНВЛС). Оценка эффективности проводимой политики является интересной и актуальной задачей.

Российский фармацевтический рынок характеризуется рядом проблем, связанных в основном с дефицитом важнейших (в том числе входящих в перечень ЖНВЛС) лекарственных препаратов и необоснованно высокими темпами роста цен на соответствующую продукцию. Как показывает международный опыт регулирования фармацевтического рынка, существуют различные эффективные механизмы регулирования в этой сфере. Вместе с тем по ряду объективных и субъективных причин такие механизмы не могут быть в чистом виде применены для российского рынка. Поэтому необходима разработка собственных оригинальных подходов и моделей оценки эффективности ценового и неценового регулирования российского фармацевтического рынка. В данной работе представлен разработанный новый подход, основанный на построении агент-ориентированной экономической модели общего равновесия класса computable general equilibrium models («вычислимых моделей общего равновесия», CGE) для фармацевтического рынка. Агентами в данной работе являются государство, обобщенный потребитель, а также фирмы-производители лекарственных препаратов, поведение которых зависит от государственной политики в области регулирования рынка и действий других агентов.

Основные принципы построения CGE-моделей описаны в работах [7, 8, 14, 15]. В работе применяются методы имитационного моделирования. Среди основных работ в области имитационного моделирования можно выделить следующие [1, 2, 6, 10].

Принципы агент-ориентированного моделирования (АОМ), использованные в данной работе, описаны в работах [4, 13].

Основные особенности фармацевтического рынка и его государственного регулирования описаны в работах [5, 9, 11, 12].

Цель настоящей работы – разработка динамической модели равновесия фармацевтического рынка, предназначенной для прогнозирования основных показателей российского фармацевтического рынка и стратегического планирования действий агентов, в том числе при реализации различных государственных политик регулирования данного рынка.

В качестве информационной базы для анализа и оценки финансового состояния предприятий были использованы результаты аудита продаж лекарственных препаратов в розничном, госпитальном и ДЛО сегменте за пять лет, а также информация из государственного реестра предельных отпускных цен на лекарственные препараты. В качестве источни-

ка данных была использована база данных агентства IMS Health (<http://www.imshealth.com/portal/site/imshealth>).

Динамическая модель равновесия фармацевтического рынка

Основным результатом работы является методологическая основа, на которой базируется новый подход к моделированию динамики основных показателей фармацевтического рынка с учетом различных внешних факторов и комплекс моделей для оценки эффективности государственного регулирования фармацевтического рынка и поиска их оптимальных параметров.

В качестве основы для построения модели для фармацевтического рынка была выбрана паутинообразная модель, подробно описанная в работе Иезекииля «Теорема паутины» (The cobweb theorem, 1938). Многочисленные исследования паутинообразной модели свидетельствуют о ее высокой применимости к реальным данным. В работе первоначальная модель была расширена для более адекватного отражения государственного регулирования, стратегий и адаптивных ожиданий агентов.

В процессе анализа фармацевтического рынка было выявлено негативное влияние государственного регулирования, которое проявляется в негативном для потребителя поведении производителей лекарственных средств:

- снижении доступности (уменьшение предложения) лекарственных препаратов, входящих в перечень ЖНВЛС;
- отказе от сбыта ряда лекарственных препаратов в «невыгодных» для производителей регионах;
- повышении цен на лекарственные препараты, не входящие в перечень ЖНВЛС, вызванное стремлением производителей сохранить уровень прибыли.

В связи с этим актуальной задачей является поиск форм государственного регулирования, при которых производители лекарственных препаратов (являющиеся агентами в данной работе) ведут себя наиболее благоприятным для потребителей образом – присутствуют в большом количестве регионов и реализуют лекарственные препараты различных ценовых диапазонов. В данной работе были рассмотрены три возможных стратегии регулирования:

- сохранение текущего уровня государственного регулирования;
- введение более жесткого регулирования – расширение перечня ЖНВЛС;
- замена ценового регулирования на альтернативный вариант – возмещение доли стоимости лекарственных препаратов из перечня ЖНВЛС.

Далее представлено формальное описание разработанной CGE-модели. Модель представляет собой систему нелинейных уравнений, описывающих поведение агентов – производителей лекарственных препаратов.

В модели используются следующие обозначения:

$i = 1, \dots, I$ – множество агентов – производителей лекарственных препаратов;

Подмножество агентов, реализующих препараты различных ценовых сегментов во множестве регионов, обозначено как A^G .

$$i \in A^G, \text{ если } \begin{cases} S_{ijk} > 0, \kappa = 1..K^G, K^G > \frac{K}{2}; \\ \exists j: P_{ijk} < \frac{\sum_j P_{ijk}}{J}; S_{ijk} > 0, \end{cases}$$

где

$j = 1, \dots, J$ – множество торговых наименований лекарственных препаратов;

$k = 1, \dots, K$ – множество регионов (федеральных округов);

L – множество препаратов, включенных в перечень ЖНВЛС ($j \in L$);

t – непрерывное время;

товар $(i; j; k)$ – лекарственный препарат j -го торгового наименования препарата i -го производителя в k -м регионе;

$P_{ijk}(t)$ – цена j -го торгового наименования препарата i -го производителя в k -м регионе в момент времени t ;

$Q_{ijk}(t)$ – количество товара j -го торгового наименования препарата i -го производителя в k -м регионе, доступного на рынке в момент времени t ;

$D_{ijk}(t)$ – спрос на товар $(i; j; k)$ в момент времени t ;

$D'_{ijk}(t)$ – величина дополнительного спроса на товар $(i; j; k)$ в момент времени t , переаллоцировано с других товаров, что обусловлено действиями агентов;

$D^e_{ijk}(t)$ – величина дополнительного спроса на товар $(i; j; k)$, вызванного изменением емкости рынка;

$D^R_{ijk}(t)$ – величина дополнительного спроса на товар $(i; j; k)$, вызванного введением возмещения стоимости лекарственных препаратов;

P_{ijk}^{MAX} – максимальная, установленная государством цена на товар $(i; j; k)$ (для препаратов, входящих в перечень ЖНВЛС);

$S_{ijk}(t)$ – предложение товара в момент времени t ;

S^{MAX}_i – объем выпуска лекарственных препаратов i -м производителем, соответствующий его границе производственных возможностей;

$S'_{ijk}(t)$ – величина предложения товара $(i; j; k)$ в момент времени t в ситуации отсутствия действий агентов – государства и производителей;

P_{ijk}^{MIN} – минимальная цена, по которой производитель i готов производить и продавать товар j в регионе k ;

E^d_{ijk} – коэффициент эластичности спроса;

E^s_{ijk} – коэффициент эластичности предложения;

R^{PC} – длительность периода изменения цены на рынке;

R^C – длительность периода удовлетворения спроса на рынке;

R^P – длительность периода производства на рынке;

$P^D_{ijk}(t)$ – цена, при которой потребители готовы приобрести весь имеющийся запас препарата $(i; j; k)$ в момент времени $t - 1$;

$Q^D_{ijk}(t)$ – количество товара $(i; j; k)$, которое потребители готовы приобрести по цене $P_{ijk}(t)$ в момент времени t ;

$Q^{SA}_{ijk}(t)$ – изменение количества производимых товаров $(i; j; k)$, связанное с адаптацией агента к действиям других агентов;

T'_i – коэффициент влияния действий других агентов на предложение агента i ;

- отрицательный для агентов типа 1;
- положительный для агентов типа 2;

w_{ijk} – вероятность начать производство товара $(i; j; k)$ для i -го агента;

$P'_{ijk}(t)$ – цена товара $(i; j; k)$ в момент времени t в ситуации отсутствия действий агентов – государства и производителей;

$Q^L_{ijk}(t)$ – величина дефицита товара $(i; j; k)$, вызванного действиями агентов;

C^s_{ijk} – коэффициент замещения спроса, вызванного действиями агентов (0...1);

$F^R_{ik}(t)$ – рыночная доля i -го производителя в k -м регионе;

$F^P_{ij}(t)$ – рыночная доля i -го производителя для j -го торгового наименования;

F^{Rmin} – минимальная эффективная рыночная доля в регионе, при которой производитель готов осуществлять деятельность;

F^{Pmin} – минимальная эффективная рыночная доля для торгового наименования, при которой производитель готов осуществлять деятельность.

Основные предположения модели:

1. В состоянии отсутствия государственного регулирования и изменения стратегии агентов, спрос на товар $(i_1; j_1; k_1)$ не зависит от спроса на товар $(i_2; j_2; k_2)$ для любых i, j, k .
2. В случае, если в результате действий агентов возникает дефицит предложения товара $(i; j; k)$ – $Q^L_{i_1 j_1 k_1}(t - 1)$, то спрос на товар $(i_1; j_1; k_1)$ переаллоцируется в дополнительный спрос $D'_{i_2 j_2 k_2}(t)$ на товар $(i_2; j_2; k_2)$.
3. Поведение агентов, заключающееся в выборе рыночных сегментов, определяется одной стратегией, присущей данному типу агентов T'_i и вероятностью w_{ijk} .
4. Все цены агентов в модели являются реальными, то есть приведенными к базовому году. При проведении аналитики над моделью учитывается заданный уровень инфляции.

Основные уравнения модели приведены ниже. Описание функций предложений спроса и предложения приведено в уравнениях 1-2. Стратегия агентов производителей определяется в уравнении 1:

$$S_{ijk}(t) = \begin{cases} (1 - E^s_{ijk}) Q_{ijk}(t_0) + \\ + E^s_{ijk} \frac{Q_{ijk}(t_0)}{P_{ijk}(t_0)} P_{ijk}(t - 1) + Q^{SA}_{ijk}; \\ \text{если } \begin{cases} J \notin R; \\ J \in R; \\ F^P_{ij}(t) > F^{Pmin}; \\ F^R_{ij}(t) > F^{Rmin}; \end{cases} \\ 0, \text{ иначе.} \end{cases} \quad (1)$$

Корректировка стратегии агентов в зависимости от действий других агентов (дополнительное слагаемое предложения Q^{SA}) описана ниже в уравнении (2) – данная величина подставляется в уравнение 1:

$$Q^{SA}_{ijk}(t) = \sum_{x=1}^{i-1} [S_{xjk}(t) - S_{xjk}(t-1)] * F^{R}_{ik}(t) * R^I_i + \sum_{x=i+1}^I [S_{xjk}(t) - S_{xjk}(t-1)] * F^{R}_{ik}(t) * R^I_i. \quad (2)$$

$$D_{ijk}(t) = (1 - E^d_{ijk}) Q_{ijk}(t_0) + E^d_{ijk} \frac{Q_{ijk}(t_0)}{P_{ijk}(t_0)} P_{ijk}(t) + D'_{ijk}(t) + D^G_{ijk}(t) + D^R_{ijk}(t). \quad (3)$$

Вектор направления цены определен в уравнениях (4-5). Государственное ценовое регулирование для лекарств, входящих в перечень ЖВНЛС ($j \in R$) учтено в уравнении (4):

$$P_{ijk}(t) = \begin{cases} P_{ijk}(t-1) + \frac{P^d_{ijk}(t-1) - P_{ijk}(t-1)}{R^{PC}}, & \text{если } j \notin L; \\ P_{ijk}^{MAX}, & \text{если } j \in L. \end{cases} \quad (4)$$

$$P^d_{ijk}(t) = P_{ijk}(t) \frac{Q^d_{ijk}(t)}{Q_{ijk}(t)}. \quad (5)$$

Объем доступного количества товара $Q_{ijk}(t)$, а также текущие значения спроса и предложения ($Q^D_{ijk}(t)$ и $Q^S_{ijk}(t)$ соответственно) определяются в уравнениях (6-8):

$$Q^D_{ijk}(t) = R^C * D_{ijk}(t) = R^C * [(1 - E^d_{ijk}) * Q_{ijk}(t_0) + E^d_{ijk} * \frac{Q_{ijk}(t_0)}{P_{ijk}(t_0)} P_{ijk}(t)]. \quad (6)$$

$$Q_{ijk}(t) = Q_{ijk}(t-1) + S_{ijk}(t) - D_{ijk}(t). \quad (7)$$

$$Q^L_{ijk}(t) = Q^L_{ijk}(t-1) - R^D * S_{ijk}(t-1) + R^D * S'_{ijk}(t-1). \quad (8)$$

Величина дополнительного спроса, вызванного государственным регулированием, приведена в уравнении (9):

$$D'_{ijk}(t) = \sum_{i=1}^n Q^L_{ijk}(t) * C^S_{ijk} * \frac{D_{ijk}(t)}{\sum_{ijk} D_{ijk}(t)}. \quad (9)$$

Предложение и цена при условии отсутствия государственного регулирования описаны в уравнениях (10-11):

$$S'_{ijk}(t) = (1 - E^S_{ijk}) Q_{ijk}(t_0) + (E^S_{ijk} \frac{Q_{ijk}(t_0)}{P_{ijk}(t_0)}) P'_{ijk}(t-1). \quad (10)$$

$$P'_{ijk}(t) = P'_{ijk}(t-1) + \frac{P^d_{ijk}(t-1) - P_{ijk}(t-1)}{R^{PC}}. \quad (11)$$

Функции расчета рыночных долей, влияющих на поведение агентов, приведены в уравнениях (12-13):

$$F^{P}_{ij}(t) = \frac{Q_{ijk}(t)}{\sum_{k=1}^K Q_{ijk}(t)}. \quad (12)$$

$$F^{R}_{ik}(t) = \frac{Q_{ijk}(t)}{\sum_{j=1}^J Q_{ijk}(t)}. \quad (13)$$

При решении описанных выше уравнений должны быть выполнены следующие ограничения, описывающие границы производственных возможностей агентов:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K S_{ijk}(t) \leq S^{MAX}_i. \quad (14)$$

Основной задачей государства является выбор сценария государственного регулирования фармацевтического рынка, при котором будет обеспечена максимальная доля агентов, реализующих препараты различных ценовых сегментов во множестве регионов:

$$\frac{|A^G|}{I} \rightarrow \max. \quad (15)$$

Динамика модели построена на изменениях объема лекарственных препаратов на рынке, описанном в уравнении (7), и динамики цен, описанном в уравнении (4).

Динамика объема лекарственных препаратов зависит от уровня спроса (уменьшение количества) и предложения (увеличение количества препаратов), которые в свою очередь зависят от уровня цен. Система находится в равновесном состоянии, когда количество товара, доступное на рынке (см. уравнение 6) равно количеству товара, которые потребители хотя приобрести по текущей цене (см. уравнение (5)). В случае если эти показатели не совпадают, применяется алгоритм установления равновесия.

1. В соответствии с функцией спроса определяется «желаемая» цена P^D , по которой будет приобретено все доступное количество товара.
2. Для препаратов со свободным ценообразованием происходит постепенное изменение цены (в течение времени, определяемого параметром R^{PC}) к желаемой.
3. Новая цена формирует новые величины спроса и предложения, что с свою очередь влияет на доступное количество Q .
4. Для препаратов из перечня ЖВНЛС (и их заменителей) спрос меняется на величину $D'_{ijk}(t)$ в соответствии с

обратной связью, представленной на рис. 1.

Если лекарственный препарат входит в перечень ЖВНЛС ($j \in L$), тогда его цена не меняется, а остаётся равной заданной. При этом, когда спрос на данный препарат превышает предложение (которое не меняется из-за фиксированной цены), спрос аллоцируется на другие препараты – $D'_{ijk}(t)$, тем самым оказывая

влияние на уровень цен препаратов, не входящих в перечень ЖВНЛС. Подробное описание алгоритма установления равновесия приведено в тексте диссертации в разделе 2.6.

Нелинейность модели обусловлена вероятностным распределением возможного поведения агентов.

Все агенты в каждый период времени t корректируют своё предложение в зависимости от действий других агентов в соответствии со своей стратегией, вероятностью выбора сегмента w_{ijk} и типом агента T^I_i . Если

$T^I_i = 1$, то агент увеличивает предложение лекарственного препарата j в регионе k в пропорции, равной среднему увеличению предложения на рынке в предыдущем периоде.

При $T^I_i = -1$, агент сокращает предложение в той же пропорции. Данный тип агентов обозначается как агент второго типа.

При $T^I_i = 0$, предложение агента не зависит от действий других агентов. Данный тип агентов относится к третьему типу.

Объем производства агентов-производителей описан в уравнениях (1) и (2).

В каждом периоде времени агент принимает одно из трех возможных решений:

1. Отказ от производства товара ($i; j; k$). Агент отказывается от производства в случае, если на товар введено регулирование цен и его доля на рынке товара ($i; j; k$) меньше минимально приемлемой доли F_{min} .
2. Начало производства товара ($i; j; k$). Агент может начать производство товара ($i; j; k$) с вероятностью w_{ijk} в случае, если товар ($i; j; k$) не входит в перечень ЖВНЛС и его производство соответствует стратегии для данного типа агентов T^I_i .
3. Сохранение производства. В случае если товар ($i; j; k$) не входит в перечень ЖВНЛС, а агент в прошлом периоде уже производил данный товар, то его предложение в текущем периоде определяется уравнением (1) разработанной модели и зависит от уровня цен в предыдущем периоде.

В работе была выявлена взаимосвязь между государственным регулированием цен на некоторые фармацевтические препараты и уровнем цен на остальные препараты. Для подтверждения данной зависимости был применен тест на Гранжера на причинно-следственную зависимость. Тест Гранжера подтвердил наличие зависимости между наличием ограничения цен на препараты государством и ростом цен на другие лекарственные препараты. Данная зависимость была интерпретирована в виде следующей обратной связи (рис. 1).

Калибровка модели была проведена с помощью методов статистики и имитационного моделирования:

1. Оценка коэффициентов эластичности функций спроса и предложения E^d_{ijk} и E^s_{ijk} выполнена с помощью применения метода наименьших квадратов к уравнениям (1) и (3).
2. Коэффициенты, определяющие динамику изменения цены – R^{PC} определены путем оценки коэффициентов регрессионных уравнений с лаговыми членами, аналогичных уравнению (11).
3. Дальнейшие настройки модели проведены с помощью имитационных экспериментов в ходе итерационного процесса калибровки в системе имитационного моделирования.

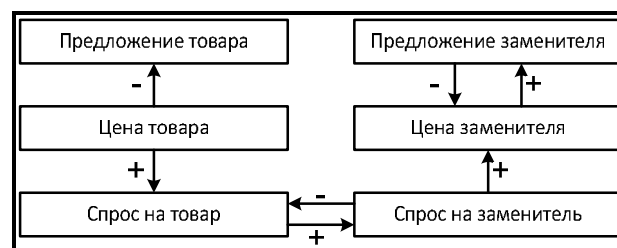


Рис. 1. Уравновешивание рынков двух товаров-заменителей при фиксировании цены на один из них

Далее была проведена апробация динамической модели на контрольной выборке, состоящей из 300 лекарственных препаратов по результатам их продаж в 2011 г.; приведено описание разработанной архитектуры информационной системы, позволяющей моделировать основные показатели фармацевтического рынка и искать оптимальные политики с учетом различных критериев.

Для тестирования, настройки и практического применения, разработанная модель была реализована в информационной системе, включающей в себя четыре уровня:

1. Уровень источников данных предназначен для хранения исходной информации и включает в себя два источника: базу «Аудит продаж лекарственных препаратов» и государственный реестр цен на ЖВНЛС.
2. Уровень трансформации данных (хранилище данных) предназначен для представления данных в удобном для проведения анализа виде – так называемой схеме «звезда».
3. Уровень аналитических моделей включает в себя ряд аналитических инструментов, использованных для анализа и моделирования:
 - средство статистического анализа данных **SPSS**;
 - средство имитационного моделирования **PowerSim**;
 - **OLAP**-приложение для работы с большим выбором **QlikView**.
4. Уровень представления данных предназначен для представления результатов анализа в различных формах – текстовых файлах, таблицах баз данных, инструментальных панелей.

Компьютерная реализация **CGE**-модели была выполнена в среде имитационного моделирования **PowerSim**. Модель была наполнена статистикой по фармацевтическому рынку РФ. Каждый показатель модели рассчитан по трем аналитическим измерениям:

- торгового наименования (модель содержит более 30 000 различных торговых наименований);
- производителя лекарственного препарата (модель содержит 50 крупнейших производителей, присутствующих на рынке РФ);
- региона продажи препаратов (модель построена для 10 регионов, соответствующих федеральным округам РФ).

В рамках исследования реализованный программно-инструментальный комплекс был успешно применен для решения различных задач, включая:

- тестирование разработанной динамической модели равновесия фармацевтического рынка;
- прогнозирование основных показателей фармацевтического рынка с помощью разработанной модели при различных сценариях государственного регулирования;
- применение модели для нахождения сценария государственного регулирования, позволяющего добиться максимизации доли агентов, реализующих препараты различных ценовых сегментов во множестве регионов.

Для тестирования полученной модели были проведены следующие испытания:

- проверка устойчивости модели при аномальных значениях исходных данных;
- статистическое тестирование модели на неудачу предсказания;
- статистическое тестирование модели на структурную устойчивость коэффициентов при прогнозе;
- тестирование модели на стохастическую устойчивость результатов (метод Монте-Карло);
- сравнение качества прогноза модели с другими моделями.

По результатам тестирования устойчивости модели с помощью теста Чоу, а также путем сравнения качества прогноза модели с качеством прогноза аналогичной регрессионной модели сделан вывод о преимуществе разработанной модели по сравнению со статистическими моделями.

Далее рассмотрен пример использования разработанной динамической модели равновесия фармацевтического рынка. Для оценки поведения агентов использованы следующие метрики:

- количество различных лекарственных препаратов, производимых агентами;
- количество регионов присутствия агента;
- средняя цена лекарственного препарата, производимого агентом.

Рассмотрим поведение агентов в период с 2013-го по 2015 г. Для моделирования динамики поведения агентов использована сегментная матрица следующего вида:

- по оси *X* определен средний уровень цен производителя;
- по оси *Y* определено количество регионов присутствия производителя.

Сравнивается три сценария государственного регулирования фармацевтического рынка:

- мягкий сценарий – перечень лекарственных препаратов, цены на которые регулируются, включает до 33% от общего числа доступных лекарственных препаратов на рынке; уровень максимальной цены индексируется с учётом инфляции и роста рынка;
- жесткий сценарий – перечень лекарственных препаратов, цены на которые регулируются, включает до 66% от общего числа доступных лекарственных препаратов на рынке; максимальная цена фиксируется на уровне текущей;
- предлагаемый сценарий – вместо государственного регулирования цен внедряется программа возмещения стоимости лекарственных препаратов.

На рис. 2-5 представлены четыре сегмента:

- агенты, продающие лекарства по низкой цене в малом количестве регионов (левый нижний угол);
- агенты, продающие лекарства по высокой цене в малом количестве регионов (правый нижний угол);
- агенты, продающие лекарства по низкой цене в большом количестве регионов (левый верхний угол);
- агенты, продающие лекарства по высокой цене в большом количестве регионов (правый верхний угол).

Анализ графиков показывает, что при наличии государственного ценового регулирования агенты ведут себя следующим образом:

- часть производителей уходит с рынка;
- большая часть агентов уходит с ряда регионов;
- большая часть агентов прекращает выпускать ряд лекарственных препаратов;
- ряд агентов переходят в более высокие ценовые сегменты.

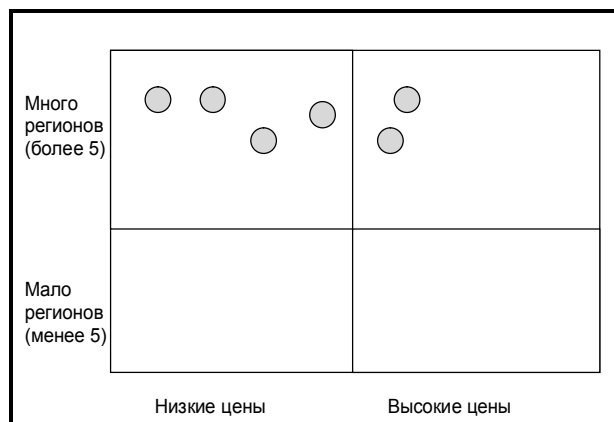


Рис. 2. Положение агентов по состоянию на 1 января 2013 г.

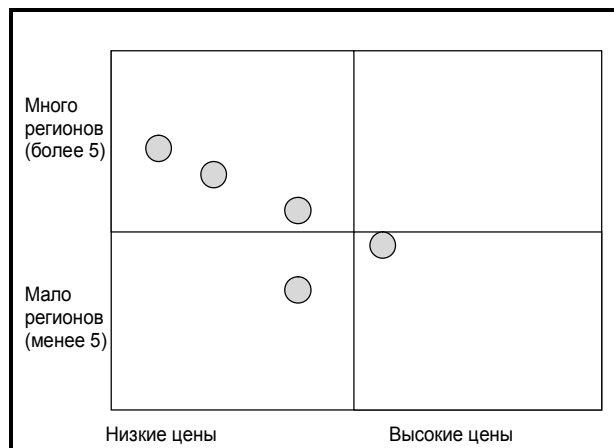


Рис. 3. Динамика агентов при жестком сценарии регулирования

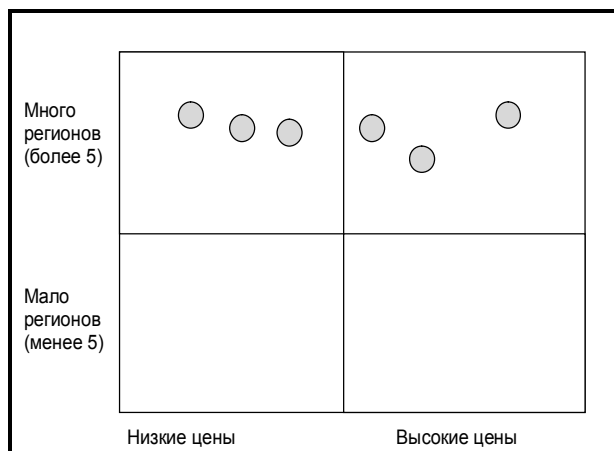


Рис. 4. Динамика агентов при мягком сценарии регулирования

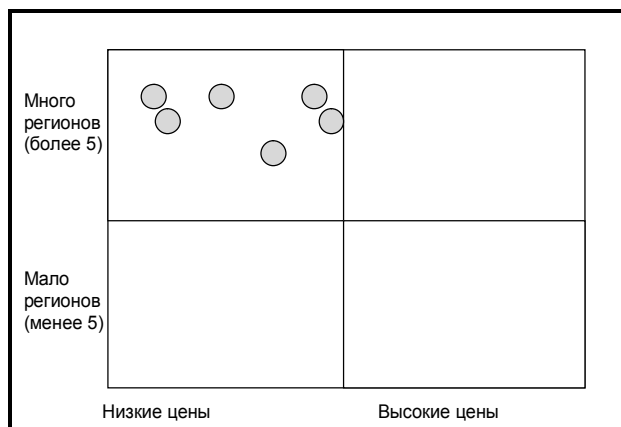


Рис. 5. Динамика агентов при предлагаемом сценарии регулирования

Предлагаемый вариант регулирования – введение программы возмещения стоимости лекарственных препаратов: он позволяет максимально увеличить долю агентов, реализующих препараты различных ценовых сегментов во множестве регионов.

Ниже представлена динамика отражающая динамику изменения доли агентов, реализующих препараты различных ценовых сегментов во множестве регионов, при различных сценариях государственного регулирования.



Рис. 6. Динамика доли агентов, реализующих препараты различных ценовых сегментов во множестве регионов, при различных сценариях регулирования

Как видно из рис. 6, предлагаемый в данной работе сценарий обеспечивает большее число агентов, реализующих препараты различных ценовых сегментов во множестве регионов, чем жесткий и мягкий сценарии регулирования цен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе получены следующие основные результаты и теоретические выводы.

Разработана агент-ориентированная динамическая модель равновесия фармацевтического рынка, относящаяся к классу вычислимых моделей общего равновесия. Модель расширяет существующую паутинообразную системно-динамическую модель равновесия возможностями анализа последствий государственного регулирования, характерного для фармацевтического рынка и учета его влияния на поведение агентов – производителей лекарственных препаратов.

С помощью разработанной модели проведены численные эксперименты на реальных данных о продажах фармацевти-

ческих препаратов в РФ в период с 2010 по 2012 гг. Проанализировано влияние государственного регулирования на поведение производителей лекарственных препаратов (агентов модели). Результаты анализа показали, что введение государственного регулирования приводит к следующим негативным последствиям:

- ухода некоторых ключевых игроков с ряда продуктовых и региональных рынков;
- стремлению к переходу в сегменты с более высокой ценой для небольших и средних производителей.

Реализована информационная система на основе разработанной модели, позволяющая:

- собирать и интегрировать различные источники информации о фармацевтическом рынке, включая коммерческие базы данных аудита продаж и данные реестра предельных отпускных цен на лекарственные препараты;
- рассчитывать статистические показатели российского фармацевтического рынка, а также прогнозировать поведение агентов в будущих периодах.

Сформированы рекомендации по выбору наилучшего сценария государственного регулирования фармацевтического рынка. В частности, показано, что введение программы возмещения стоимости лекарственных препаратов, позволяет снизить темпы роста цен, а также увеличить долю агентов.

Выявлено негативное влияние политики государственного ценового регулирования на препараты из перечня ЖНВЛС на рост цен на смежные лекарственные препараты, не входящие в перечень ЖНВЛС. Было показано, что действующая политика недостаточно эффективна. В частности, в сегменте «Противовирусные препараты» установление фиксированных цен на препараты из перечня ЖНВЛС привело к общему росту цен на 17,2% при росте уровня спроса на 10%, что на 9,2% выше рассчитанного роста цен при отсутствии государственного регулирования.

Литература

1. Акопов А.С. К вопросу проектирования интеллектуальных систем управления сложными организационными структурами [Текст] : в 2 ч. / А.С. Акопов. Ч. 1 : Математическое обеспечение системы управления инвестиционной деятельностью вертикально-интегрированной нефтяной компании // Проблемы управления. – 2010. – №6. – С. 12-18.
2. Акопов А.С. К вопросу проектирования интеллектуальных систем управления сложными организационными структурами [Текст] : в 2 ч. / А.С. Акопов. Ч. 2 : Программная реализация системы управления инвестиционной деятельностью вертикально-интегрированной нефтяной компании // Проблемы управления. – 2011. – №1. – С. 47-54.
3. Акопов А.С. Об одной модели адаптивного управления сложными организационными структурами [Текст] / А.С. Акопов // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – №3. – С. 310-311.
4. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики [Текст] / А.Р. Бахтизин. – М. : Экономика, 2008.
5. Бесстремляная Г.Е. Монетизация льгот на лекарства – первые итоги [Текст] / Г.Е. Бесстремляная // Экономика здравоохранения. – 2002.
6. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Текст] / Н.Н. Лычкина. – М., 2012.
7. Макаров В.Л. и др. Применение вычислимых моделей в государственном управлении [Текст] / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин, С.С. Сулакшин // Научный эксперт. – 2007.
8. Макаров В.Л. Эффективный способ оценки государственной политики [Текст] / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин // Экономика и управление. – 2001. – №4.
9. Фомин А.В. Моделирование динамики фармацевтического рынка с учетом государственного регулирования [Текст] / А.В. Фомин, А.С. Акопов // Аудит и финансовый анализ. – 2012. – №6. – С. 155-161.
10. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) [Текст] / Дж. Форрестер ; пер. с англ. ; под общ. ред. Д.М. Гвишиани. – М. : Прогресс, 1971.
11. Чарчян Б.В. Управление ценовой политикой фармацевтических компаний на российском рынке [Текст] / Б.В. Чарчян,

В.В. Уваров // Российский внешнеэкономический вестник. – 2011. – №12.

12. Шуляк С. Фармацевтический рынок России [Текст] / С. Шуляк; DSM Group. 2010.
13. Axelrod R. The complexity of cooperation: agent-based models of competition and collaboration. Princeton : Princeton university press, 1997.
14. Johansen L. A multisectoral study of economic growth. Amsterdam: NorthHolland, 1960.
15. Taylor L. Structuralist CGE models, in L. Taylor (ed.), socially relevant policy analysis: structuralist computable general equilibrium models for the developing world. Cambridge: MIT press, 1990. p. 1-70.

Ключевые слова

Фармацевтический рынок; имитационное моделирование; равновесные модели экономики; агентное моделирование.

Фомин Алексей Владимирович
E-mail: afomin@hse.ru

Акопов Андраник Сумбатович
E-mail: aakopov@hse.ru

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность работы обусловлена тем, что в настоящее время наблюдается недостаточная эффективность системы государственного регулирования фармацевтического рынка. При этом поиск наилучших сценариев регулирования является сложной задачей, так как производители лекарств по-разному реагируют на управляющие воздействия государства. Так, например, жесткое ценовое регулирование на жизненно-важные лекарственные препараты приводит к дефициту таких препаратов. При отсутствии регулирования производители стремятся реализовывать только те препараты, которые обеспечивают наибольшую прибыль, что существенно сужает как продуктовый портфель, так и присутствие производителей в различных регионах Российской Федерации.

Поэтому необходима разработка экономико-математического инструментария, позволяющего исследовать влияние государственного регулирования на характеристики рынка лекарственных препаратов.

В представленной авторами работе впервые используется агентно-ориентированный подход для моделирования динамики фармацевтического рынка.

Имеются три типа агентов: агенты-производители лекарственных препаратов, совокупные потребители препаратов в регионах РФ и государство, обеспечивающее регулирующую функцию. Разработанная динамическая модель является многомерной. Используются три измерения: продукты, регионы, агенты-производители.

Предложен критерий выбора наилучшего сценария государственного регулирования, при котором максимизируется доля агентов-производителей, присутствующих в различных регионах РФ и реализующих лекарственные препараты всех ценовых категорий.

С помощью разработанной имитационной модели, с использованием реальных данных, определен наилучший сценарий государственного регулирования, в частности, ориентированный на частичную компенсацию себестоимости препаратов, и позволяющий производителям сохранять свое присутствие на локальных рынках.

Считаю, что статья Фомина А.В., Акопова А.С. «Динамическая модель равновесия фармацевтического рынка» может быть опубликована в научном издании.

Бекларян Л.А., д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник Центрального экономико-математического института Российской Академии наук