

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №2, Том 11 / 2019, No 2, Vol 11 <https://esj.today/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/55ECVN219.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Васильев С.А., Левичев И.В. Построение модели ценовой и тарифной политики международной торговли в условиях инновационного развития // Вестник Евразийской науки, 2019 №2, <https://esj.today/PDF/55ECVN219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Vasilyev S.A., Levichev I.V. (2019). Pricing and tariff modelling of international trade policy and the development of new innovative technologies. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 2(11). Available at: <https://esj.today/PDF/55ECVN219.pdf> (in Russian)

УДК 33

**Васильев Сергей Анатольевич**

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия  
Доцент (доцент-исследователь) кафедры «Прикладной информатики и теории вероятностей»  
Кандидат физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

E-mail: [svasilyev@sci.pfu.edu.ru](mailto:svasilyev@sci.pfu.edu.ru)

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=10315](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=10315)

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57192945970>

Google Scholar: [https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&user=H2ZMRgQAAAAJ&view\\_op=list\\_works](https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&user=H2ZMRgQAAAAJ&view_op=list_works)

**Левичев Игорь Владимирович**

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия  
Студент (обучающийся по программе магистратуры)

E-mail: [King2695@yandex.ru](mailto:King2695@yandex.ru)

## Построение модели ценовой и тарифной политики международной торговли в условиях инновационного развития

**Аннотация.** Построение математических моделей долгосрочной макроэкономической динамики для отдельной страны, а тем более для группы стран, является важной задачей на современном этапе развития мировой экономики. Данная задача становится значительно сложнее при попытке включить в такие модели фактор инноваций, что вносит в модели макроэкономического роста элементы нелинейной динамики, которая проявляется, прежде всего, в нелинейной отдаче от инвестиций в развитие инновационных технологий, например, мобильных сетей следующего поколения или Интернета-вещей. При этом при построении экономических моделей стоит использовать классические методы, применение которых позволяет описывать экономическую динамику с использованием хорошо зарекомендовавшего себя инструментария. Именно с этой целью в данной работе используется аппарат теории игр, а также модель дуополии Курно.

Целью данной работы является построение модели динамической игры с полной, но несовершенной информацией, в которой рассматриваются две страны и внутри каждой из них имеется компания-производитель однородной инновационной продукции, которая является абсолютным субститутом по отношению к продукции другой компании. Каждая компания реализует часть своей продукции на внутреннем рынке, а оставшуюся часть продает в страну, в которой производит продукцию конкурирующая компания. Мы предполагаем, что других компаний, производящих эту же продукцию на рынках этих стран, нет и заменить их нечем.

Каждая компания стремится к максимизации прибыли, исходя из неизменности объема выпуска конкурента в предположении квадратичной нелинейности в функции расходов у каждой компании. Государственные регуляторы в каждой из этих стран стремятся максимизировать общественное благо своей страны путем проведения эффективной внешнеторговой политики, вводя пошлину на ввозимую инновационную продукцию из другой страны, не облагая при этом налогом продукцию, произведенную и проданную внутри страны.

В рамках предложенной модели аналитически найдены равновесные внутренние и внешние цены на производимую компаниями инновационную продукцию и размеры пошлин на ввозимую в страны инновационную продукцию, а также проведен численный анализ динамики этих равновесных показателей.

**Ключевые слова:** равновесие Нэша; дуополия Курно; теория игр; динамическая игры с несовершенной информацией; нелинейная функция затрат; ценообразование; тарифы; международная торговля; инновационная продукция; максимизация общественного блага

### Введение

Работа представляет собой разбор и анализ решения игры с полной, но несовершенной информацией.

Актуальность работы состоит в том, что в большинстве случаев игроки (физические лица, юридические лица, государства и т. д.) далеко не всегда обладают информацией, связанной с предыдущим развитием игры. Т. е. осуществляя очередной ход, они знают, что находятся в одной из вершин некоторого подмножества множества всех вершин дерева игры (так называемого информационного множества) [1].

Целью данной работы является построение модели динамической игры с полной, но несовершенной информацией, в которой рассматриваются две страны и внутри каждой из них имеется компания производитель однородной инновационной продукции, которая является абсолютным субститутом по отношению к продукции другой компании.

Каждая компания реализует часть своей продукции на внутреннем рынке, а оставшуюся часть продает в страну, в которой производит продукцию конкурирующая компания. Мы предполагаем, что других компаний, производящих эту же продукцию на рынках этих стран, нет и заменить ее нечем. Каждая компания стремится к максимизации прибыли, исходя из неизменности объема выпуска конкурента в предположении квадратичной нелинейности в функции расходов у каждой компании. Ввод в модель данной функции затрат, выраженной нелинейной функцией квадратичного характера, обусловлен тем, что в условиях интенсивного инновационного развития функция затрат носит нелинейный характер [2].

Государственные регуляторы в каждой из этих стран стремятся максимизировать общественное благо своей страны путем проведения эффективной внешнеторговой политики, вводя пошлину на ввозимую инновационную продукцию из другой страны, не облагая при этом налогом продукцию, произведенную и проданную внутри страны.

В рамках предложенной модели с использованием методов теории игр будут аналитически найдены равновесные внутренние и внешние цены на производимую компаниями инновационную продукцию и размеры пошлин на ввозимую в страны инновационную продукцию, а также проведен численный анализ динамики этих равновесных показателей. В общем виде для компаний и государств, мы получили равновесные цены на инновационную продукции, функции распределения максимальной прибыли для компаний, динамику максимального общественного блага государств, тарифы на ввозимую инновационную продукцию в зависимости от коэффициента при квадратичном члене в функции затрат.

### Методы ценообразования и тарифообразования

Построение математических моделей макроэкономических процессов, протекающих в различных регионах и отличающихся своим многообразием, является важной задачей в эпоху интенсивного развития новых технологий, особенно в телекоммуникациях. В силу того, что на рынках большинства стран производством и внедрением нового оборудования для телекоммуникационной отрасли занимается ограниченное число компаний, то для построения моделей ценообразования в этой отрасли целесообразно применить модели Курно [3]. В модели количественной олигополии Курно компании одновременно и независимо выбирают объемы выпуска товаров, отслеживая выпуск конкурента, что позволяет отнести такую модель к классу задач теории игр. В качестве решения в указанной модели Курно получается ценовое равновесие по Нэшу, при этом цена на продукцию устанавливается компаниями на уровне выше предельных издержек [4].

Для конструирования динамических моделей в инновационной экономике были выработаны принципы, которые позволили получить решения задач ценообразования, которые однозначно определяют эволюцию изменения цены на продукцию [5]. На основании этих результатов удалось построить модели ценообразования с полной, но несовершенной информацией [6].

Множество существующих на данный момент моделей олигополии способны показать общую логику поведения компаний на рынке. В 1838 французский экономист Огюстен Курно предложил первую модель дуополии, которая основывалась на следующих положениях [7]:

- на рынке действуют две компании;
- принимая свое решение, каждая компания считает, что объем производства и цена у конкурента останутся неизменными.

В соответствии с моделью Курно, каждая из двух компаний стремится к максимизации получаемой ею прибыли. А также каждая из них предполагает, что при изменении своего объема выпуска, другая компания оставит его на существующем уровне.

Тогда процесс достижения равновесия на рынке будет выглядеть следующим образом:

- одна из компаний выбирает объем производства, способный максимизировать его прибыль;
- вторая компания, считая, что уровень производства продукции первой остается прежним, определяет собственный объем производства максимизирующий прибыль;
- приспособление на рынке проходит через несколько циклов «действия и ответа» до момента, когда обе компании достигнут состояния равновесия, то есть пока они не определят неизменный объема выпуска продукции.

При описании состояния рыночного равновесия теория Курно не предполагает, что компании выберут именно эти объемы выпуска [8]. Предполагается только, что если компании выберут такие объемы производства, то рынок будет находиться в состоянии равновесия [9].

В конечном счете прибыли, получаемые каждой компанией, выше, чем если бы они были при идеальной конкуренции, но они ниже, чем если бы компании договорились друг с другом. Но подобные договоренности обычно осуждаются и, кроме того, компании могут не верить друг другу: если контрагент в нарушение договоренности снизит цену по сравнению с условленной, то он увеличит сбыт и одержит победу в конкуренции.

В большинстве существующих публикаций об игре Курно игровое поведение между игроками основано на гипотезе, что люди обладают полной рациональностью. Однако не всегда

рациональность соответствует полной информации, не говоря о ее несовершенной разновидности.

Модель динамической игры с несовершенной информацией включает в себя предположение, что она состоит из нескольких раундов, в каждом из них участники принимают решения одновременно, по завершении раунда игроки наблюдают выбранные стратегии. Платежи за игру являются суммой выигрышей за все раунды и в каждом раунде равновесие по Нэшу единственно, а само равновесие Нэша (Nash equilibrium) – это такая ситуация, при которой ни один из игроков не может увеличить свой выигрыш, в одностороннем порядке меняя свое решение [10]. Иначе говоря, равновесие Нэша – это ситуация во время игры, при которой стратегия обоих игроков является наилучшей реакцией на действия конкурента [11].

Применяя подходы теории игр, связанные с методами решения задачи Курно, для поставленной в данной статье задачи представлено статическое решение при условии, что игроки обладают с полной, но несовершенной информацией, а затраты компаний имеют нелинейный характер от объема выпуска.

### Построение модели ценообразования и тарифообразования

Предполагается, что две страны (обозначим их с помощью индексов  $i, j \in \{1,2\}$ , при этом  $i \neq j$ ) участвуют в международной торговле друг с другом одним однородным инновационным товаром, который не имеет заменителей, и при этом производством этого товара внутри каждой страны занимается единственная компания, не имеющая внутри страны конкурентов. Также предполагается, что в каждой стране имеется независимый регулятор, устанавливающий тарифы на ввозимую продукцию, компании, производящих однородный инновационный товар, и потребители, число которых достаточно большое [12]. Инструментами построения стратегий фирм являются объем выпуска, величина издержек (в том числе производственные затраты и экспортные пошлины). Управляя этими показателями, участники рынка достигают равновесия по Нэшу. Предположим, что регуляторы стран  $i, j \in \{1,2\}$  независимо определяют тарифы  $t_i, t_j$  на ввозимую в страну инновационную продукцию, производимую в другой стране. Каждая компания, занимающаяся производством инновационного товара внутри страны  $i, j \in \{1,2\}$ , производит продукцию для потребления внутри стран в объемах  $h_i, h_j$ , а величины экспорта этой продукции в другую страну составляют  $e_i, e_j$ .

Пусть потребительские функции спроса на продукцию внутри каждой страны имеют вид:  $P_i(Q_i) = a - Q_i$ ,  $Q_i = h_i + e_i$ ,  $P_j(Q_j) = a - Q_j$ ,  $Q_j = h_j + e_j$ , где  $Q_i, Q_j, P_i, P_j$  – объемы и цены продукции, продаваемой в стране  $i, j \in \{1,2\}$ ,  $a > 0$  – параметр функции спроса.

В данной модели будем предполагать, что затраты компании стран  $i, j \in \{1,2\}$  по производству инновационной продукции складываются из:

- производственных затрат:

$$TC_i = c_0 + c_1(h_i + e_i) + c_2(h_i + e_i)^2;$$

$$TC_j = c_0 + c_1(h_j + e_j) + c_2(h_j + e_j)^2;$$

- экспортной пошлин:  $E_i = t_j \cdot e_i$ ,  $E_j = t_i \cdot e_j$ ,

где  $c_0, c_1, c_2$  – параметры функции затрат, одинаковые для компаний стран  $i, j \in \{1,2\}$ .

Предположим, что игра происходит в два этапа (периода):

- сначала правительства каждой из стран одновременно и независимо назначают экспортные тарифы;

- затем, зная эти тарифы, компании реализуют произведенную инновационную продукцию на объединенном рынке двух стран (продуктовая дуополия Курно), самостоятельно и независимо определяя объемы выпуска продукции для ее последующей реализации на внутреннем и внешнем рынках.

Выигрыш компании  $i \in \{1,2\}$  ( $i \neq j$ ) определяется получением прибыли, которую можно представить в виде:

$$\pi_i(t_i, t_j, h_i, h_j, e_i, e_j) = [a - (h_i + e_j)]h_i + [a - (h_j + e_i)]e_i - [c_0 + c_1(h_i + e_i) + c_2(h_i + e_i)^2] - t_j e_i.$$

Будем предполагать, что в выигрыше государства  $i \in \{1,2\}$  ( $i \neq j$ ) учитывается не только прибыль компании страны  $i \in \{1,2\}$  ( $i \neq j$ ), которая производит продукцию на ее территории, но и интересы потребителей страны  $i \in \{1,2\}$  ( $i \neq j$ ), а также доходы от введения регулятором страны  $i \in \{1,2\}$  ( $i \neq j$ ) пошлины на импорт продукции из другой страны [13]:

$$W_i(t_i, t_j, h_i, h_j, e_i, e_j) = 0.5(h_i + e_j)^2 + \pi_i(t_i, t_j, h_i, h_j, e_i, e_j) + t_i e_j.$$

Первое слагаемое в данном выражении оценивает выигрыш покупателя, представляющего страну  $i \in \{1,2\}$  ( $i \neq j$ ) при данной функции спроса  $Q_i$  и цене  $P_i(Q_i)$ .

Наша цель найти равновесие по Нэшу в игре компаний и регуляторов в каждой из стран  $i, j \in \{1,2\}$ , т. е. поиск таких равновесных значений  $(h_i^*, h_j^*, e_i^*, e_j^*)$ , чтобы выполнялось следующее условие для  $i \in \{1,2\}$  ( $i \neq j$ ):

$$\begin{cases} \text{Max } \pi_i(t_i, t_j, h_i, h_j, e_i, e_j), \text{ Max } W_i(t_i, t_j, h_i, h_j, e_i, e_j) \\ h_i, e_i \geq 0. \end{cases} \quad (1)$$

### Построение аналитического решения задачи о ценообразовании и тарифообразовании

Решая задачу (1), получим следующие равновесные значения  $h_i^*, e_i^*$  для  $i \in \{1,2\}$ :

$$\begin{aligned} h_1^* &= \frac{a - e_2^* - c_1 - 2c_2 \cdot e_1^*}{2(1 + c_2)} \\ h_2^* &= \frac{a - e_1^* - c_1 - 2c_2 \cdot e_2^*}{2(1 + c_2)} \\ e_1^* &= \frac{a - h_2^* - c_1 - t_2 - 2c_2 \cdot h_1^*}{2(1 + c_2)} \\ e_2^* &= \frac{a - h_1^* - c_1 - t_1 - 2c_2 \cdot h_2^*}{2(1 + c_2)} \end{aligned}$$

После преобразований этих выражений мы можем получить равновесные значения  $h_i^*, e_i^*$  для  $i \in \{1,2\}$ :

$$\begin{aligned} h_i^* &= \frac{2(1+c_2) \cdot (a - c_1 - 2c_2 \cdot e_i^*) - a + c_1 + t_i + 2c_2 \cdot h_i^*}{4 \cdot (1+c_2)^2 - 1}, \\ e_i^* &= \frac{2(1+c_2) \cdot (a - c_1 - t_j - 2c_2 \cdot h_i^*) - a + c_1 + 2c_2 \cdot e_j^*}{4 \cdot (1+c_2)^2 - 1}. \end{aligned} \quad (2)$$

Для удобства введем новые переменные:

$$\begin{aligned} x &= 1 + c_2; \quad y = a - c_1, \quad m = 4x^2 - 1 - 2c_2; \quad k = m^2 - 16c_2^2 x^2; \\ \alpha &= 2txy - ty - 8c_2 x^2 y; \quad \beta = 2txy - ty - 8c_2 xy. \end{aligned}$$

Перегруппируем выражения (2) с учетом новых переменных, тогда получим для  $e_i^*, e_j^*, h_i^*, h_j^*$ :

$$e_j^* = \frac{\alpha - 4c_2xt_j - 2mt_i}{k}, e_i^* = \frac{\alpha - 4c_2xt_i - 2mt_j}{k},$$

$$h_i^* = \frac{\beta + mt_i + 8c_2xt_j}{k}, h_j^* = \frac{\beta + mt_j + 8c_2xt_i}{k}.$$

Подставив эти равновесные решения игры Нэша в функции выигрыша государств  $W_i(t_i, t_j)$ , можно найти равновесие Нэша в игре государств для задачи (1), регуляторы которых назначают соответствующие тарифы.

Введем новые обозначения:

$$A = \frac{m^2}{k^2} + \frac{32c_2^2x^2}{k^2} + \frac{16c_2^2xm}{k^2} - \frac{32c_2^3x^2}{k^2} - \frac{2c_2m^2}{k^2} - \frac{4mk}{k^2},$$

$$B = \frac{4c_2mx}{k^2} - \frac{32c_2^2xm}{k^2} + \frac{64c_2^3x^2}{k^2} + \frac{4c_2m^2}{k^2},$$

$$C = \frac{m}{k^2} \cdot (\alpha + \beta) - \frac{m}{k^2} \cdot (ak - \beta - \alpha) - \frac{m}{k^2} \cdot \beta + \frac{4c_2x}{k^2} \cdot (ak - \beta - \alpha) +$$

$$+ \frac{4c_2x}{k^2} \alpha + \frac{c_1m}{k} - \frac{4c_1c_2x}{k} + \frac{2c_2}{k^2} \cdot (\alpha m + \beta m - 4c_2x\alpha - 4c_2x\beta) - \frac{\alpha}{k},$$

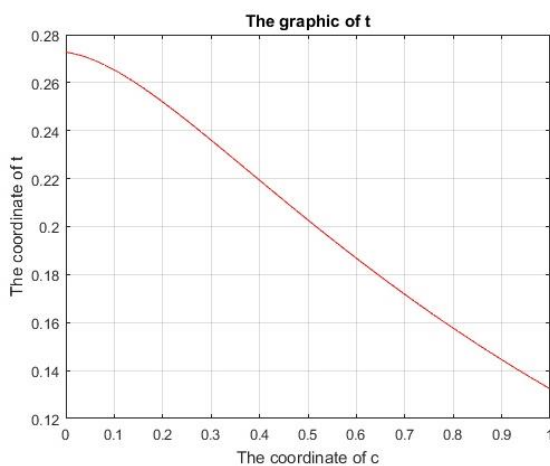
тогда равновесное решение будет иметь вид:

$$t_i = t_j = t^* = \frac{C}{A + B}$$

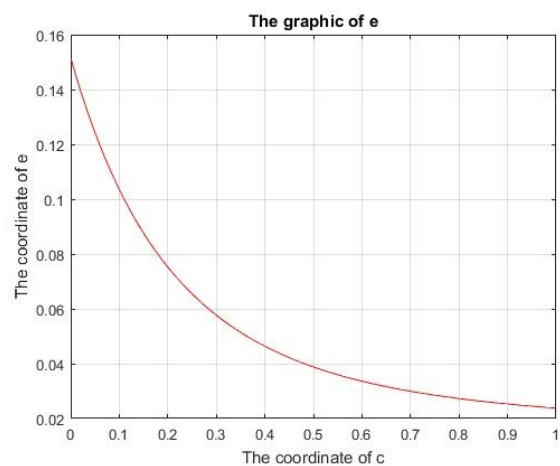
Таким образом, в рамках предложенной модели с использованием методов теории игр мы аналитически нашли равновесные внутренние и внешние цены на производимую компаниями инновационную продукцию и размеры пошлин на ввозимую в страны инновационную продукцию.

### Анализ решений задачи о ценообразовании и тарифообразовании

Проведем анализ поведения полученных решений с помощью пакета Matlab. С этой целью построим графики  $t^*(c_2)$ ,  $e^*(t^*)$ ,  $h^*(t^*)$ ,  $Q^*(t^*)$ ,  $P^*(t^*)$ ,  $W^*(t^*)$ ,  $\pi^*(t^*)$  равновесных решений игры Нэша при фиксированных модельных параметрах  $a = 2$ ,  $c_1 = 1$ ,  $c_0 = 3$ , при условии, что коэффициент  $c_2$  изменяется в пределах  $c_2 \in [0, 1]$ . Данные параметры были выбраны с целью максимально проиллюстрировать динамику решений задачи.

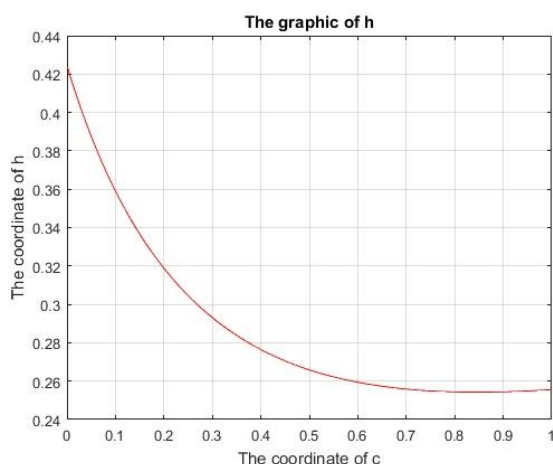


**Рисунок 1.** Оптимальная траектория  $t^*$  (составлены автором)

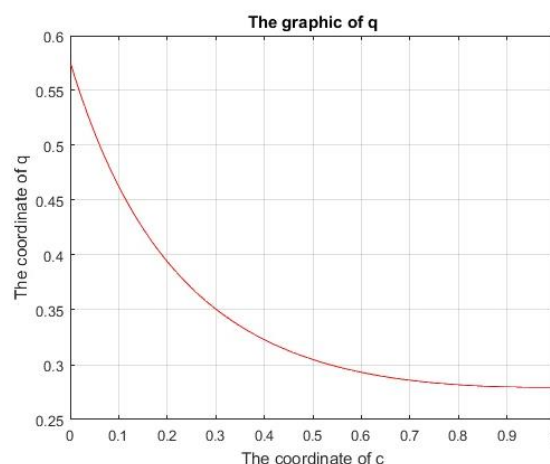


**Рисунок 2.** Оптимальная траектория  $e^*$  (составлены автором)





**Рисунок 3.** Оптимальная траектория  $h^*$  (составлены автором)

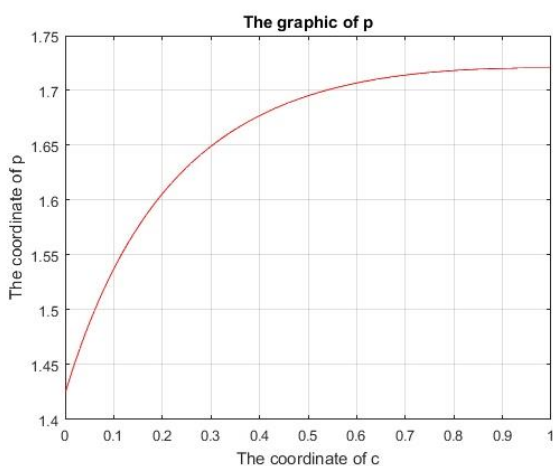


**Рисунок 4.** Оптимальная траектория  $Q^*$  (составлены автором)

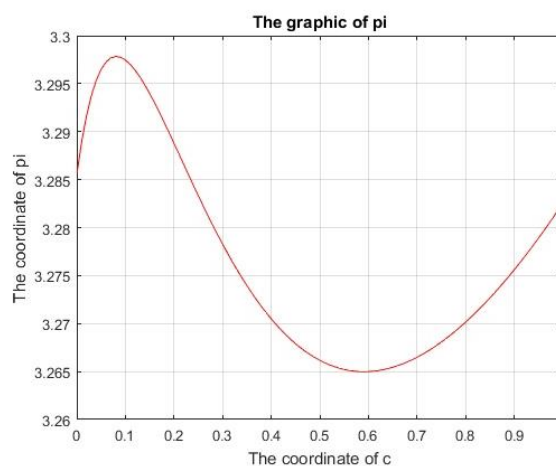
Как видно на рис. 1 с ростом коэффициента  $c_2$  равновесные тарифы, вводимые регуляторами, уменьшаются, что связано с ростом затрат на разработку, внедрение и производство инновационной продукции, что ведет к падению равновесного выпуска продукции, что хорошо видно на рис. 2 для  $h^*$  – продукции для потребления внутри страны и на рис. 3 для  $e^*$  – продукции, предназначенной на экспорт в другую страну, а также для на рис 4. для  $Q^*$  – объем всей продукции, потребляемой в каждой стране.

На рис. 5 представлено возрастание равновесной цены  $P^*$  на продукцию при возрастании  $c_2$ , что вполне ожидаемо, так как растут затрат на разработку, внедрение и производство инновационной продукции.

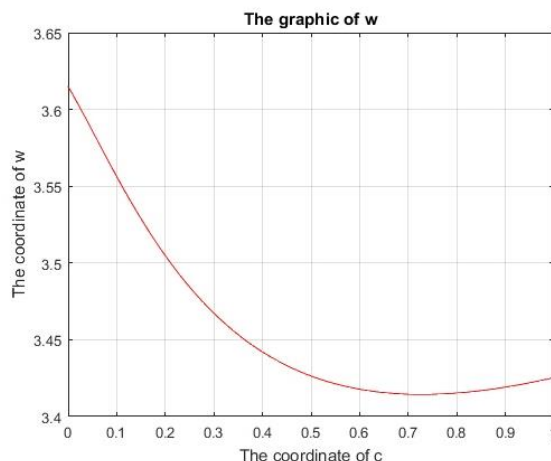
На рис. 6 представлена динамика равновесной прибыли  $\pi^*$  компаний при возрастании  $c_2$ , на которой видна разнонаправленная динамика этого показателя: на начальном коротком этапе наблюдается рост прибыли, который связан с эффектом «старта» – всем интересно попробовать новую продукцию, затем, при увеличении объемов производства, длительное падение, связанное с ростом затрат при увеличении объемов выпуска, что вполне ожидаемо, так как растут затраты на разработку, внедрение и производство инновационной продукции, а только затем опять рост прибыли, связанный с эффектом от масштаба.



**Рисунок 5.** Оптимальная траектория  $P^*$  (составлены автором)



**Рисунок 6.** Оптимальная траектория  $\pi^*$  (составлены автором)



**Рисунок 7.** Оптимальная траектория  $W^*$  (составлены автором)

На рис. 7 представлена динамика равновесного значения  $W^*$  выигрыша государства при возрастании  $c_2$ , который длительно падает, но потом начинает очень медленно возрастать, что свидетельствует о том, что инновационное развитие очень затратно и обходится обществу очень дорого. Таким образом, за инновации «платит» или конечный потребитель инновационной продукции, или государство, которое может стимулировать инновационный рост экономики путем снижения налогов и пошлин или предоставлением субсидий для компаний, которые занимаются производством инновационной продукции.

### Заключение

В данной работе была построена модели динамической игры с полной, но несовершенной информацией, в которой рассматриваются две страны, внутри каждой из них имеется компания производитель однородной инновационной продукции, которая является абсолютным субститутутом по отношению к продукции другой компании.

В рамках предложенной модели с использованием методов теории игр были аналитически найдены равновесные внутренние и внешние цены на производимую компаниями инновационную продукцию и размеры пошлин на ввозимую в страны инновационную продукцию, а также проведен численный анализ динамики этих равновесных показателей. Для компаний и государств в общем виде были получены равновесные цены на инновационную продукцию, прибыли компаний, динамика максимального общественного блага государств, тарифы на ввозимую инновационную продукцию в зависимости от коэффициента при квадратичном члене в функции затрат  $c_2$ .

Было показано, что с ростом коэффициента  $c_2$  равновесные тарифы, вводимые регуляторами, уменьшаются, что связано с ростом затрат на разработку, внедрение и производство инновационной продукции, что ведет к падению равновесного выпуска продукции, но при этом наблюдается возрастание равновесной цены  $P^*$  на продукцию.

Динамика равновесной прибыли  $\pi^*$  компаний при возрастании  $c_2$  носит разнонаправленный характер: на начальном этапе наблюдается рост прибыли, затем, при увеличении объемов производства, длительное падение, связанное с ростом затрат при увеличении объемов выпуска, что вполне ожидаемо, так как растут затраты на разработку, внедрение и производство инновационной продукции, а только затем опять рост прибыли, связанный с эффектом от масштаба.

Динамика равновесного значения  $W^*$  выигрыша государства при возрастании  $c_2$  носит характер длительного падения, но потом начинает очень медленно возрастать, что



свидетельствует о том, что инновационное развитие очень затратно и обходится обществу очень «дорого». Таким образом, за инновации «платит» или конечный потребитель инновационной продукции, или государство, которое может стимулировать инновационный рост экономики путем снижения налогов и пошлин или предоставлением субсидий для компаний, которые занимаются производством инновационной продукции.

Рассматривая ситуацию с точки зрения потребителей, мы видим, что суммарный выпуск при нулевых тарифах, когда страны объединяются в один рынок с дуополией Курно, оказывается хуже, чем, когда тарифы ненулевые.

С точки зрения правительств стран, максимум выигрышей двух стран достигается при нулевых тарифах. Равновесие Нэша для правительств двух стран достигается в доминирующих стратегиях, но оно хуже, чем свободная неравновесная торговля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Костромин А.В., Мухаметгалеев Д.М. Теория игр. Конспект лекций / А.В. Костромин, Д.М. Мухаметгалеев; Каз. федер. ун-т. – Казань, 2013. 87 с.
2. Романова Ольга Александровна, Гребенкин Анатолий Викторович, Акбердина Виктория Викторовна Нелинейные модели инновационного роста и условия саморазвития открытых систем // ЭНСР. 2011. №1 (52).
3. Дюсуше О.М. Статичное равновесие Курно-Нэша и рефлексивные игры олигополии: случай линейных функций спроса и издержек // Экономический журнал ВШЭ. 2006. №1.
4. Кореева Е.Б. Формирование модели поведения олигополистов на рынке услуг сотовой связи // УБС. 2007. №19.
5. Гераськин М.И., Чхартишвили А.Г. Моделирование структур рынка олигополии при нелинейных функциях спроса и издержек агентов // Проблемы управления. 2015. №6.
6. Савинов Ю.А. Ценообразование в международной торговле оборудованием для обработки и передачи информации // Российский внешнеэкономический вестник. 2010. №2.
7. Козлова Т.В., Филатов А.Н. Классификация некооперативных моделей олигополии // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2005. №2 (10).
8. Мицель А.А., Козлов С.В. Модели олигополии // Известия ТПУ. 2007. №6.
9. Ярцева Н.А. Экономическое равновесие фирмы: теоретические аспекты // Известия ОГАУ. 2007. №16–1.
10. Левина Е.А., Покатович Е.В. Конкуренция по Курно и по Бертрону: выбор стратегической переменной на примере автомобильного рынка России // Современная конкуренция. 2015. №6 (54).
11. Гонова О.В. Диагностика экономической и продовольственной безопасности региона в условиях модернизации / О.В. Гонова, А.Н. Ильченко // Научное издание. – Иваново: ФГОУ ВПО «ИГСХА имени академика Д.К. Беляева», 2011.
12. Мазалов В.В. Математическая теория игр и приложения – Изд-во Лань, 2010. 446 с.
13. Воробьев Н.Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков – М.: Наука, 1985. 272 с.

**Vasilyev Sergey Anatolyevich**

The peoples' friendship university of Russia, Moscow, Russia  
E-mail: [svasilyev@sci.pfu.edu.ru](mailto:svasilyev@sci.pfu.edu.ru)

**Levichev Igor Vladimirovich**

The peoples' friendship university of Russia, Moscow, Russia  
E-mail: [King2695@yandex.ru](mailto:King2695@yandex.ru)

## **Pricing and tariff modelling of international trade policy and the development of new innovative technologies**

**Abstract.** Mathematical modelling of long-term macroeconomic dynamics for one country and for groups of countries is an important task at the present stage of development of the world economy. This task becomes much more difficult when trying to include the factor of innovation in such models, which introduces elements of nonlinear dynamics into macroeconomic growth models, which is manifested primarily in the nonlinearity of the return on investment in the development of innovative technologies, for example, mobile networks of the next generation or the Internet of things. At the same time, when building economic models, it is worth using classical methods, the use of which allows describing economic dynamics using well-proven tools. It is for this purpose that the apparatus of game theory, as well as the model of Cournot duopoly, is used in this work.

The aim of this work is to build a dynamic game model with complete but imperfect information, in which two countries are considered and within each of them there is a company producing homogeneous innovative products, which is an absolute substitute for the products of another company. Each company sells part of its products on the domestic market, and the remaining part is sold to the country in which the products of a competing company. We assume that there are no other companies producing the same products in the markets of these countries and there is nothing to replace it. Each company seeks to maximize profits based on the immutability of the competitor's output under the assumption of quadratic nonlinearity in the cost function of each company. State regulators in each of these countries seek to maximize the public good of their country by pursuing an effective foreign trade policy by imposing a duty on imported innovative products from another country, while not taxing products produced and sold domestically.

Within the framework of the proposed model, the equilibrium internal and external prices for innovative products produced by companies and the size of duties on innovative products imported into the countries are analytically found, and a numerical analysis of the dynamics of these equilibrium indicators is carried out.

**Keywords:** Nash equilibrium; Cournot duopoly; game theory; dynamic games with imperfect information; nonlinear cost function; pricing; tariffs; international trade; innovative products; maximizing the public good