ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

М. И. Левин
докт. экон. наук, профессор департамента теоретической экономики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», заведующий кафедрой микроэкономики экономического факультета Института экономики, математики и информационных технологий Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

К. А. Матросова
старший преподаватель кафедры микроэкономики экономического факультета Института экономики, математики и информационных технологий Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, преподаватель департамента теоретической экономики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И СМЕШАННАЯ ОЛИГОПОЛИЯ[1]

Введение

В настоящее время одной из главных проблем расширения ассортимента товаров и услуг является улучшение их качественных характеристик, а не только рост объемов их производства. Как правило, затруднительно улучшить характеристики одних продуктов, не изменяя других. Однако благосостояние людей зависит не только от качества потребляемой продукции, но также и от состояния окружающей среды. В данной работе проводится анализ экономических моделей, расширяющих традиционные модели экологических инноваций. Далее на базе модели (Gil-Molto, Varvarigos, 2014) приводится модель, включающая параметры технологической и экологической эффективности производства.

В статье мы будем говорить о смешанной олигополии и сопутствующих внешних эффектах. Стандартная олигополия описывает конкуренцию нескольких частных фирм, смешанная олигополия бывает двух видов: старая и новая (De Fraja, 2009). Старая смешанная олигополия («old mixed oligopoly») подразумевает, что конкурирующие фирмы имеют разные цели, например, одна фирма максимизирует прибыль, другая — выручку, третья — долю отраслевого выпуска и т. д. (подробнее о целевых функциях фирм (Cornes, Itaya, 2016)). Новая смешанная олигополия («new mixed oligopoly») описывает конкуренцию государственной (или нескольких государственных) и частных фирм, все они могут иметь разные целевые функции, так, чаще частные фирмы максимизируют свою прибыль, а государственные — общественное благосостояние или излишек потребителя. Олигополия в отличие от конкурентного рынка сама по себе содержит экстерналию: каждая фирма, принимая решение о цене или выпуске, оказывает влияние на выигрыши других. Примерами, где смешанные олигополии пересекаются с другими экстерналиями, являются обязательное среднее образование (Cremer, Maldonado, 2013), медицинское обеспечение (Horwitz, Nichols, 2009) или загрязнение окружающей среды (Bárcena-Ruiz, Garzón, 2006). В первых двух примерах имеет место положительный внешний эффект на рынке труда от более образованных или более

[1] Исследование проведено при поддержке гранта экономического факультета РАНХиГС 2018 г. Руководитель темы д.э.н. М. И. Левин.

DOI 10.31085/1814-4802-2018-14-4-3-13 © М. И. Левин, К. А. Матросова, 2018

здоровых людей, в третьем — отрицательный эффект, связанный с ухудшением качества окружающей среды и благосостояния населения.

Постановка задачи

Рассмотрим завод, сбрасывающий отходы в водоем или воздух. С одной стороны, завод производит «полезное» благо, конкурируя на некотором олигополистическом рынке производимого продукта, с другой стороны — загрязнение (экстерналию), отрицательно влияющее на жителей, пользующихся водоемом или проживающих вблизи завода. Государство в свою очередь пытается снизить уровень загрязнения, вводя штрафы и ограничения на выбросы или субсидии на более «чистые» технологии. В нашем примере может быть несколько заводов, один из которых принадлежит государству или городскому муниципалитету, который, с одной стороны, заинтересован в улучшении качества жизни жителей (экологической ситуации), с другой — в доходах от завода (налоговых поступлениях в местный бюджет), на которые также можно было бы улучшить благосостояние людей (например, строя школы, больницы или спортивные объекты).

Ниже представлены исследования, в которых анализировалась различная экологическая политика при смешанных олигополиях (таблица). Особенностью работы (Kato, 2009) является рассмотрение двух связанных регионов: регион A находится выше по течению реки, чем регион B, поэтому часть загрязнения, создаваемого фирмами из региона A, попадает в регион B. Авторы (Wang, Hsu, Lee, 2011) предполагают неоднородность создаваемого продукта, поэтому вводят экологическую чувствительность потребителей и отдельные функции спроса на государственный и частный товары. Для оценки общественного благосостояния в работе (Pi, Yang, Yu, 2013) используются стандартные излишки потребителей и производителей, зависящие только от «полезного» блага, а экологическую составляющую вводят через параметр неприятия загрязнения. В работе (Ye, Zhao, 2016) на примере двух фирм, частной и государственной, и линейного спроса на «полезный» продукт анализируют, как изменение параметров производства повлияет на эффективность экологической политики.

Таблица

Экологическая политика при смешанных олигополиях

Исследование	Частная фирма	Государственная фирма	Потребители	Общественное благосостояние	Загрязнение
Kato K. Essays on mixed oligopoly with applications to environmental problems Partial privatization and unidirectional transboundary pollution), 2009.	Издержки фирмы *i* $C_i = \frac{1}{2}cq_i^2$ Целевая функция частной фирмы $\pi_i = P(Q)q_i - \frac{cq_i^2}{2}$ $i = h$, если фирма принадлежит частным инвесторам региона *A* $i = f$, если фирма принадлежит частным инвесторам региона *B*	Издержки государственной фирмы 0 $C_0 = \frac{1}{2}cq_0^2$ Функция прибыли государственной фирмы $\pi_0 = P(Q)q_0 - \frac{cq_0^2}{2}$ Целевая функция государственной фирмы $U_0 = \alpha W + (1-\alpha)\pi_0$	$U = aQ - \frac{Q^2}{2}$ $Q = a - P$	$w_A = \int_0^Q p(s)ds - \frac{cq_0^2}{2} - \frac{cq_1^2}{2} - \frac{d(\theta Q)^2}{2} + m$ $w_B = -\frac{d\{(1-\theta)Q\}^2}{2}$ $W = w_A + w_B = \int_0^Q p(s)ds - \frac{cq_0^2}{2} - \frac{cq_1^2}{2} - \frac{d(\theta Q)^2}{2} - \frac{d\{(1-\theta)Q\}^2}{2} + m$	Общий уровень выбросов в регионе $l = A, B$ $D_l(E_l) = \frac{d(E_l^2)}{2}$
Wang L. F. S., *Hsu C. C.*, *Lee J. Y.* Environmental Policies, Consumers Awareness, and Privatization in a Differentiated Oligopoly with Free Entry, 2011.	Прибыль частной фирмы *i* $\pi_i = p_i q_i - \frac{q_i^2}{2} - te_i - f$	Прибыль государственной фирмы 0 $\pi_0 = p_0 q_0 - \frac{q_0^2}{2} - te_0 - f$	$U = \alpha\sum_{j=0}^{n-1} q_j - \frac{\beta-\gamma}{2}\sum_{j=0}^{n-1} q_j^2 - \frac{\gamma}{2}\left(\sum_{j=0}^{n-1} q_j\right)^2 - \frac{\varphi}{2}Q^2 - \frac{s}{2}Z^2$ Дифференцированный продукт Два спроса: на государственный и частный продукт	$W = CS + PS + T$ $PS = \pi_0 + \sum_{i=1}^{n}\pi_i$	Чувствительность к экологической составляющей продукта задается через функцию полезности потребителей
Pi J., *Yang L.*, *Yu Z.* Privatization and environmental pollution in a mixed duopoly, 2013.	Издержки $C_1 = \frac{1}{2}q_1^2 + F,$ $F = 0$	Издержки $C_0 = \frac{1}{2}q_0^2 + F,$ $F = 0$	Спрос $p = a - q_0 - q_1$	$W = CS + PS + \lambda E$ $CS = \frac{1}{2}(q_0 + q_1)^2$ $PS = \pi_0 + \pi_1$ $E = q_0 + q_1$ λ — уровень неприятия загрязнения	Загрязнение определяется выпуском фирм $E = q_0 + q_1$

Окончание таблицы

Исследование	Частная фирма	Государственная фирма	Потребители	Общественное благосостояние	Загрязнение
	Целевая функция частной фирмы (прибыль) $\pi_1 = (a - q_0 - q_1)q_1 - \frac{1}{2}q_1^2$	Прибыль $\pi_0 = (a - q_0 - q_1)q_0 - \frac{1}{2}q_0^2$			
Gil-Molto M.J., *Varvarigos D.* Environmental Investments in Mixed vs Private Oligopoly: What are the Implications of Privatization?, 2014.	Издержки частной фирмы i $C_i = x_i q_i + q_i^2$ $C_i = \left(1 - \sqrt{e_i}\right)q_i + q_i^2$ Целевая функция частной фирмы i $\pi_i = Pq_i - t_i E_i - C_i$	Издержки $C_0 = x_0 q_0 + q_0^2$ $C_0 = \left(1 - \sqrt{e_0}\right)q_0 + q_0^2$ Прибыль $\pi_0 = Pq_0 - t_0 E_0 - C_0$ Целевая функция W	$U = \varphi + aQ - \frac{Q^2}{2}$	$W = p_0 + \sum_{i=1}^{n} p_i + \frac{Q^2}{2} - \Omega$	Загрязнение на единицу выпуска $e_0 = (1 - x_0)^2$, $e_i = (1 - x_i)^2$ Общее загрязнение каждой фирмы, $E_0 = e_0 q_0$, $E_i = e_i q_i$ Чистое загрязнение с учетом переработки (за счет налоговых отчислений) $\Omega = (1 - dt)\left(E_0 + \sum_{i=1}^{n} E_i\right)$
Ye G., *Zhao J.* Environmental regulation in a mixed economy, 2016.	Издержки производства $C(q) = kq$ Целевая функция частной фирмы (1) $\pi_1 = (a - q_0 - q_1)q_1 - kq_1 - c\alpha_1 q_1 - \tau(1 - \alpha_1)q_1$	Прибыль $P_0 = (a - q_0 - q_1)q_0 - kq_0 - c\alpha_0 q_0 - \tau(1 - \alpha_0)q_0$ Целевая функция государственной фирмы $max\ G = (1 - \lambda)W + \lambda p_0$	Спрос $p = a - q_0 - q_1$	$W = \int_0^Q P(t)dt - P(Q)Q + \sum_{i=0}^{1}(p_i + T_i) - D(E)$ $D(E) = \delta E$ $E = e_0 + e_1$	Одна единица выпуска пропорциональна одной единице загрязнения $e_i = (1 - \alpha_i)q_i$ с издержками и налоговой ставкой τ

Решение задачи на поиск оптимального соотношения загрязнений и полезного продукта не всегда очевидно, особенно, если косвенную полезность от загрязнения получает агент, принимающий решение об ограничении этого загрязнения, например муниципалитет, как в примере выше. Еще одна дилемма связана с эффективностью самого производственного процесса: фирмы выбирают наиболее дешевый способ производства, но что происходит, если дополнительно вводятся штрафы, налоги за производственные выбросы или поощрения, субсидии за их отсутствие? В этом случае фирма, по сути, должна выбирать между повышением экологичности или повышением технологичности своего производства. Далее мы подробно остановимся на модели (Gil-Molto, Varvarigos, 2014), анализе некоторых параметров и рассмотрим ее модифицированный вариант.

В исследовании (Gil-Molto, Varvarigos, 2014) производители имеют квадратичную функцию издержек, зависящую от выпуска q и уровня технологии x. Технология напрямую влияет на уровень загрязнения на одну единицу выпуска $e=(1-x)^2$, таким образом, абсолютный уровень загрязнения каждой фирмы равен $E=eq$. Функция издержек такая, что $C_e<0$, $C_{ee}<0$, $C_{eq}<0$, (Requate, 2005). Прибыль каждой фирмы состоит из выручки за минусом издержек и налогов на загрязнение. Спрос потребителей на полезное благо задается линейно. Общественное благосостояние состоит из излишка потребителей, прибылей фирм и чистого загрязнения (net pollution), то есть загрязнения с учетом уровня переработки d, которая осуществляется из налоговых поступлений. Каждая частная фирма максимизирует свою прибыль, выбирая уровень выпуска и уровень технологии. Государственная фирма максимизирует общественное благосостояние, также выбирая свой выпуск и уровень технологии.

На рис. 1 представлена зависимость оптимального уровня технологии, которую будут выбирать государственная (0) и частные (i) фирмы, в зависимости от ставки налога t и доли перерабатываемого загрязнения d. Очевидно, ставка налога положительно влияет на «чистоту» технологии и отрицательно на уровень выбросов. Заметим, что при ставке налога меньше 50% частные фирмы выбирают нулевой уровень технологии, соответствующий самому загрязняющему производству (рис. 2).

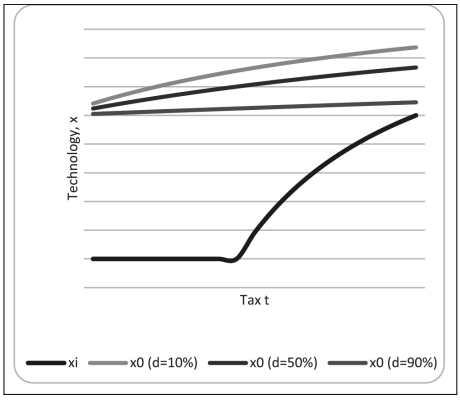


Рис. 1. Выбор технологии в зависимости от ставки налога на загрязнение и уровня переработки

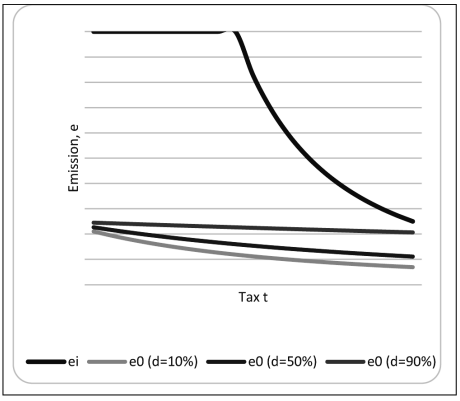


Рис. 2. Уровень загрязнения на единицу выпуска в зависимости от ставки налога на загрязнение и уровня переработки

Что касается выпусков фирм, то, во-первых, ставка налога положительно влияет на выпуск государственной фирмы и отрицательно на выпуск частной. Это может объясняться необходимостью «компенсировать» снижающееся производство

полезного продукта частных фирм за счет увеличения объема производства государственной фирмы. Во-вторых, пороговая ставка налога, при которой выпуск государственной фирмы превышает выпуск любой частной, возрастает с увеличением количества частных фирм на рынке; то есть чувствительность к ставке налога действительно зависит от количества фирм в отрасли (рис. 3).

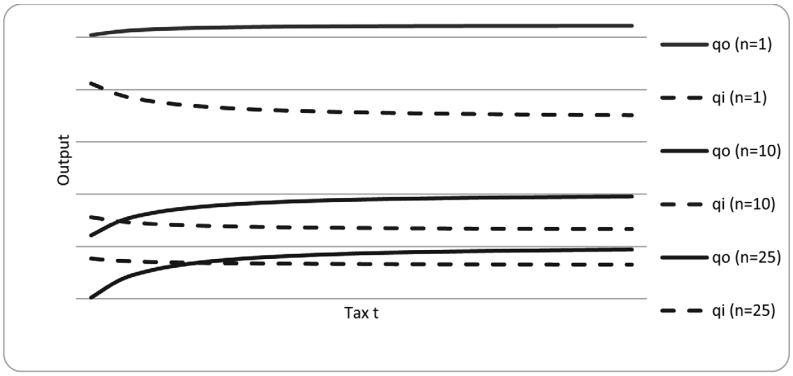
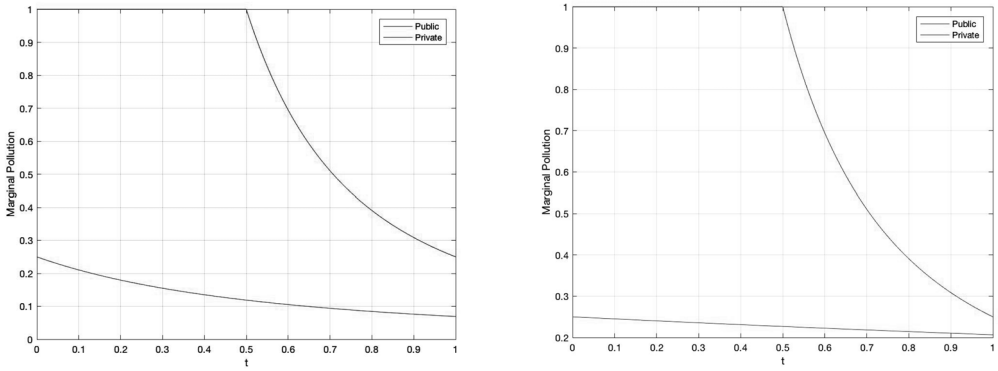


Рис. 3. Выбор выпуска частной и государственной фирмами (при d = 50%, a = 20)

Авторы (Gil-Molto, Varvarigos, 2014) предлагают проанализировать, как приватизация государственной фирмы отразится на данном рынке. Мы, в свою очередь, предлагаем проанализировать более общий случай: не одну, а m государственных фирм (и n частных).

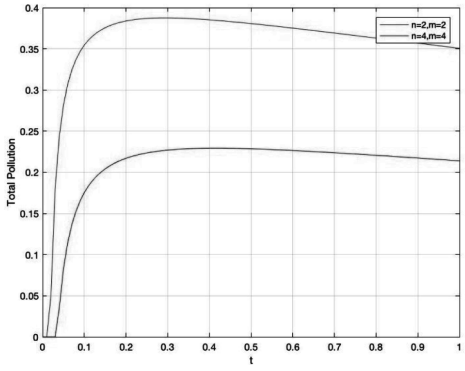
На рис. 4 представлено равновесное предельное загрязнение на единицу выпуска. Мы рассматриваем два уровня технологии борьбы с загрязнением: низкий (d=0,1) и высокий (d=0,9). Обратите внимание, что выбор технологии для частной фирмы равен нулю, для уровня налога ниже 0,5, поэтому на рис. 4 присутствует излом. Более высокий уровень переработки d подразумевает первоначально более низкий уровень предельного загрязнения (для более низкого уровня налогов) для государственной фирмы, но более медленное снижение при росте ставки налога и, следовательно, более высокий уровень предельного загрязнения при более высоком уровне налогов. В то время как предельный уровень загрязнения для государственной фирмы уменьшается, он остается практически неизменным при росте налога на загрязнение.



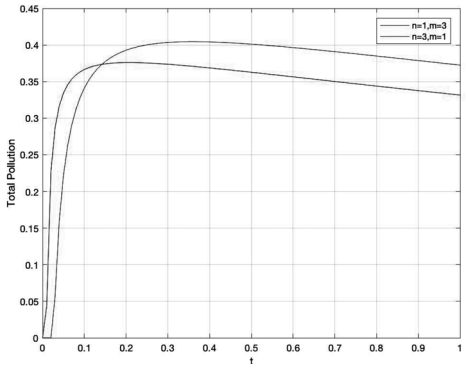
а) d=0,1 б) d=0,9

Рис. 4. Загрязнение на единицу выпуска и технологическая эффективность для государственной и частной фирм при различных уровнях перерабатываемого загрязнения

На рис. 5 показано влияние структуры рынка на общее загрязнение. На рис. 5а показан эффект увеличения размера рынка. Интересно, что увеличение размера рынка снижает общий уровень загрязнения (для каждого уровня налогов). Следовательно, растущая конкуренция снижает общий уровень загрязнения. На рис. 5б представлено влияние изменения состава рынка. Мы видим, что большее число частных фирм подразумевает более высокое общее загрязнение при низких налогах, а общее загрязнение ниже для более высоких налогов. Следовательно, если на рынке имеет место высокая доля частных фирм, то налогообложение эффективно работает с точки зрения сокращения общего загрязнения, тогда как налогообложение в качестве инструмента не работает в случае преобладания государственных фирм.



а) Увеличение числа государственных и частных фирм в два раза



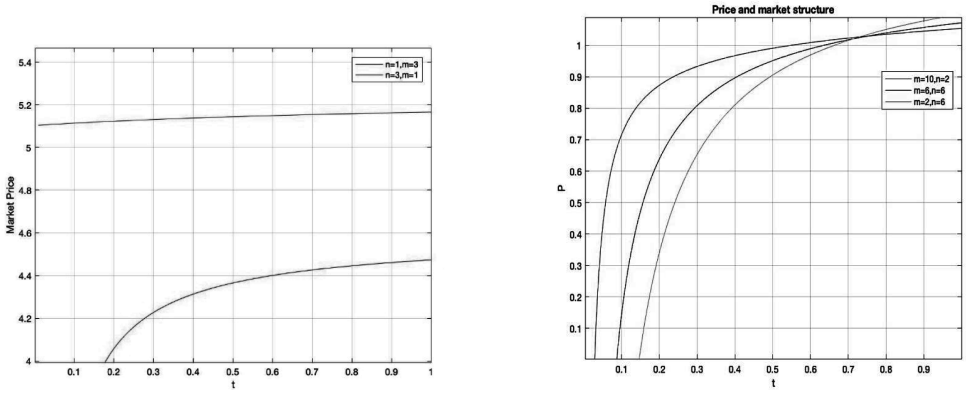
б) Изменение соотношения государственных и частных фирм

Рис. 5. Загрязнение и структура рынка

Наконец, мы рассматриваем рыночную цену для различной структуры рынка (рис. 6), во всех случаях она предсказуемо растет при росте налога. На рис. 6а видно, что при небольшом количестве фирм рыночная цена больше на рынке, где доля государственных фирм выше. Более того, это верно для всех уровней налогов. Поэтому, учитывая результаты об общем загрязнении, более важно иметь на рынке государственные фирмы, но сохранять долю государственных фирм в минимальном объеме. На рис. 6б мы увеличили количество фирм в несколько раз. Оказалось, цена «полезного» блага практически не отличается для высоких ставок налога (>60%) на рынках с различной рыночной структурой: мы проанализировали три ситуации, когда количество государственных фирм в пять раз больше, столько же или в три раза меньше, чем частных. В остальном снижение загрязнения и снижение рыночной цены подразумевает увеличение конкуренции между частными фирмами и может регулироваться налогами.

В качестве расширения Gil-Molto, Varvarigos (2014) можно рассмотреть не одного, а несколько типов потребителей, например:

- работники заводов типа *a*, благосостояние которых положительно зависит от заработной платы, полезного блага и отрицательно от загрязнения (они живут недалеко от завода);
- работники заводов типа *b*, благосостояние которых положительно зависит от заработной платы, полезного блага;
- жители типа *c*, не работающие на заводе, но проживающие недалеко от него: их благосостояние положительно зависит от полезного блага и отрицательно от загрязнения;
- жители типа *d*, не работающие на заводе, проживающие вдали от него: их благосостояние положительно зависит от полезного блага; и т. д.



а) Низкое количество фирм б) Высокое количество фирм

Рис. 6. Стоимость «полезного» блага в зависимости от ставки налога на загрязнение и структуры рынка

В реальности таких типов, безусловно, больше. Для целей нашей работы мы проанализируем поведение фирм.

В нашей модели мы будем рассматривать несколько типов агентов: частных фирм, производящих полезный продукт q и осуществляющих загрязнение x на единицу выпуска; потребителей полезного продукта Q, страдающих от загрязнения X; муниципальную или государственную фирму, также производящую и полезный продукт, и «грязь»; государство, устанавливающее налоги на загрязнение, квоты на выброс или выдающее субсидии на «чистые» технологии.

Потребитель максимизирует свою полезность U, частная фирма прибыль π, муниципальная фирма общественное благосостояние SW.

Что касается заводов, или производителей, то их функция издержек зависит от двух характеристик: технологической эффективности α и экологической эффективности β. Уровень загрязнения на единицу выпуска отрицательно зависит от экологической эффективности β, $x_i = x_i\begin{pmatrix}\beta_i \\ -\end{pmatrix}$. Параметры α и β отрицательно влияют на издержки i-й фирмы $C_i\begin{pmatrix}q_i & \alpha_i & \beta_i \\ + & - & -\end{pmatrix}$, где

$$\frac{dC_i}{d\beta_i} = \frac{\partial C_i}{\partial x_i} \times \frac{dx_i}{d\beta_i} + \frac{\partial C_i}{\partial \beta_i},$$

$$(-) = (-)\times(-) + (-),$$

при условии, что

$$\left|\frac{\partial C_i}{\partial x_i} \times \frac{dx_i}{d\beta_i}\right| < \left|\frac{\partial C_i}{\partial \beta_i}\right|.$$

В качестве примера мы подобрали следующую функцию

$$C_i = \left(1 - \sqrt{(1-\beta_i)x_i(\beta_i)}\right)(1-\alpha_i)q_i + q_i^2.$$

В работе рассматривается статическая модель конкуренции по Курно, дифференциация товаров отсутствует (если товары неоднородные, фундаментальные

выводы не меняются[1]). Игра состоит из трех этапов и решается методом обратной индукции:

1) государство назначает налоги, субсидии, квоты;
2) фирмы выбирают уровень β_i (определяя инвестиционные вложения R_{ix} такие,
   что $\beta_i\left(\begin{matrix} R_{ix} \\ + \end{matrix}\right)$);
3) фирмы-производители конкурируют по Курно, одновременно и независимо выбирая уровень выпуска полезного продукта.

Соотношение экологической эффективности, которую выберут частные и государственные фирмы, будет определяться двумя параметрами: ставкой налога t и уровнем переработки d, а именно

- при $\frac{1-\beta_{private}}{1-\beta_{public}} \geq \frac{1+t(1-d)}{t}$ предельные выгоды от инвестирования в экологическую эффективность в частной фирме выше, чем в государственной;
- при $\frac{1-\beta_{private}}{1-\beta_{public}} \leq \frac{1+t(1-d)}{t}$ предельные выгоды от инвестирования в экологическую эффективность в государственной фирме выше, чем в частной.

На рис. 7 представлены различные уровни $\frac{1-\beta_{private}}{1-\beta_{public}}$, где $\beta_{public}=\beta_0$ и $\beta_{private}=\beta_1$. Заметим, что с увеличением этого показателя возможные соотношения $\frac{1+t(1-d)}{t}$ сокращаются, а значит, тем вероятнее экологически эффективное поведение государственной фирмы, чем частной.

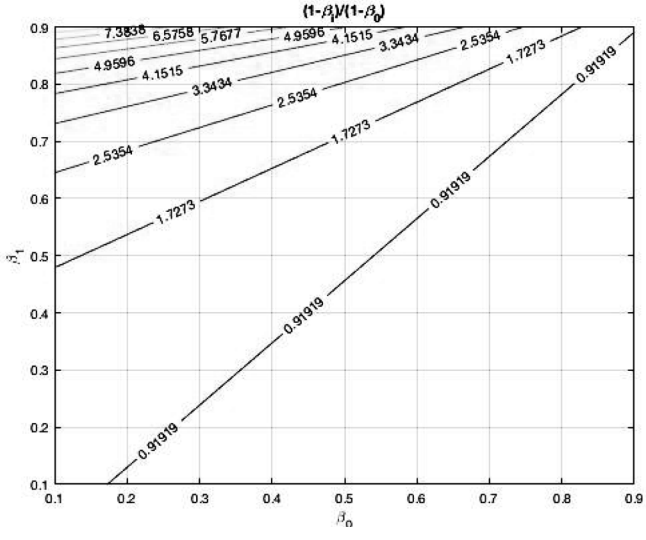


Рис. 7. Уровни для различных $\frac{1-\beta_1}{1-\beta_0}$

[1] Смешанная олигополия и дифференциация, см. например (Lutz, Pezzino, 2010).

Дальнейшее исследование будет связано с двумя направлениями. Первое, решение задачи на поиск оптимального распределения инвестиций в производство. Предположим, фирмы могут проводить технологические или экологические инновации (см., например Rennings, 2000; Oates, 2003; Requate, 2005; Popp, 2010 и др.), тратя на них свой инвестиционный бюджет. Для простоты считаем, что инвестиции, как и ранее, строго положительно влияют на каждый тип эффективности, но имеют убывающую отдачу, например $\alpha_i = \alpha_i \begin{pmatrix} R_{iq} \\ + \end{pmatrix} = 2a_i\sqrt{R_{iq}}$ и $\beta_i = \beta_i \begin{pmatrix} R_{ix} \\ + \end{pmatrix} = 2b_i\sqrt{R_{ix}}$. При этом инвестиционный бюджет каждой фирмы ограничен, $R_{iq} + R_{ix} \le R_i$, иначе издержки можно было снизить до нуля. Поэтому не все предпочитаемые распределения инвестиций доступны для заводов-производителей. Из-за данного ограничения фирмы вынуждены распределять часть инвестиционного бюджета для улучшения экологической составляющей производства, а другую — для технологической, так как улучшение экологической эффективности приведет к снижению выбросов, а значит, штрафов за загрязнение; а улучшение технологической эффективности снизит издержки производства на единицу выпуска.

Вторым возможным направлением исследования будет включение в модель параметров лоббирования интересов жителей города или заводов, а также учет возможной коррупции при определении штрафов за загрязнение.

Источники

Bárcena-Ruiz J. C., Garzón M. B. Mixed Oligopoly and Environmental Policy // Spanish Economic Review. 2006. Vol. 8. N 2. P. 139–160.

Cornes R. C., Itaya J. Alternative Objectives in an Oligopoly Model: An Aggregative Game Approach, 2016 / CESifo Working Paper Series N 6191, CESifo Group Munich.

Cremer H., Maldonado D. Mixed Oligopoly in Education / TSE Working Paper, N 13–381. Febr. 2013.

De Fraja G. Mixed Oligopoly: Old and New // Swedish Competition Authority (ed.) The Pros and Cons of Competition in/by the Public Sector, Swedish Competition Authority, Stockholm, 2009. P. 11–43.

Gil-Molto M. J., Varvarigos D. Environmental Investments in Mixed vs Private Oligopoly: What are the Implications of Privatization? // The Sheffield Economic Research Paper Series (SERPS). 2014. N 2014018, Working Papers from The University of Sheffield, Department of Economics.

Horwitz J. R., Nichols A. Hospital Ownership and Medical Services: Market Mix, Spillover Effects, and Nonprofit Objectives // Journal of Health Economics. 2009. Vol. 28. N 5. P. 924–937.

Kato K. Essays on mixed oligopoly with applications to environmental problems. 2009. URL: https://www.google.ru/search?q=4.+Kato+K.+Essays+on+mixed+oligopoly+with+applications+to+environmental+problems.&rlz=1C1AOHY_ruRU708RU708&oq=4.+Kato+K.+Essays+on+mixed+oligopoly+with+applications+to+environmental+problems.&aqs=chrome..69i57.1333j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Lutz S., Pezzino M. Mixed Oligopoly, Vertical Product Differentiation and Fixed Quality-dependent Costs. 2010. ICER Working Papers N 08-2010, ICER — International Centre for Economic Research.

Oates W. E., Portney P. R. The Political Economy of Environmental Policy // Handbook of environmental economics / ed. by K. G. Mäler, J. R. Vincent. Elsevier, 2003. Vol. 1. P. 325–354.

Pi J., Yang L., Yu Z. Privatization and Environmental Pollution in a Mixed Duopoly // Zb. rad. Ekon. fak. Rij. 2013. Vol. 31. Sv. 2. P. 163–192.

Popp D., Newell R. G., Jaffe A. B. Energy, the Environment, and Technological Change // Handbook of the Economics of Innovation. North-Holland, 2010. Vol. 2. P. 873–937.

Rennings K. Redefining Innovation — Eco-innovation Research and the Contribution From Ecological Economics // Ecological Economics. 2000. Vol. 32. N 2. P. 319–332.

Requate T. Dynamic Incentives by Environmental Policy Instruments — a Survey // Ecological Economics. 2005. Vol. 54. N 2–3. P. 175–195.

References

Bárcena-Ruiz J. C., Garzón M. B. Mixed Oligopoly and Environmental Policy. *Spanish Economic Review*, 2006, vol. 8, N 2, pp. 139–160.

Cornes R. C., Itaya J. *Alternative Objectives in an Oligopoly Model: An Aggregative Game Approach*, 2016 / CESifo Working Paper Series N 6191, CESifo Group Munich.

Cremer H., Maldonado D. *Mixed Oligopoly in Education*. TSE Working Paper, N 13–381. February 2013.

De Fraja G. *Mixed Oligopoly: Old and New*. Swedish Competition Authority (ed.) The Pros and Cons of Competition in/by the Public Sector, Swedish Competition Authority. Stockholm, 2009, pp. 11–43.

Gil-Molto M. J., Varvarigos D. *Environmental Investments in Mixed vs Private Oligopoly: What are the Implications of Privatization?* The Sheffield Economic Research Paper Series (SERPS). 2014. N 2014018, Working Papers from The University of Sheffield, Department of Economics.

Horwitz J. R., Nichols A. Hospital Ownership and Medical Services: Market Mix, Spillover Effects, and Nonprofit Objectives. *Journal of Health Economics*, 2009, vol. 28, N 5, pp. 924–937.

Kato K. *Essays on mixed oligopoly with applications to environmental problems*. 2009. Available at: https://www.google.ru/search?q=4.+Kato+K.+Essays+on+mixed+oligopoly+with+applications+to+environmental+problems.&rlz=1C1AOHY_ruRU708RU708&oq=4.+Kato+K.+Essays+on+mixed+oligopoly+with+applications+to+environmental+problems.&aqs=chrome..69i57.1333j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Lutz S., Pezzino M. *Mixed oligopoly, vertical product differentiation and fixed quality-dependent costs*. ICER Working Papers N 08-2010, ICER — International Centre for Economic Research, 2010.

Oates W. E., Portney P. R. The political economy of environmental policy. *Handbook of environmental economics*. Ed. by K. G. Mäler, J. R. Vincent. Elsevier, 2003, vol. 1, pp. 325–354.

Pi J., Yang L., Yu Z. Privatization and Environmental Pollution in a Mixed Duopoly. *Zb. rad. Ekon. fak. Rij*, 2013, vol. 31, sv. 2, pp. 163–192.

Popp D., Newell R. G., Jaffe A. B. Energy, the Environment, and Technological Change. *Handbook of the Economics of Innovation*. North-Holland, 2010, vol. 2, pp. 873–937.

Rennings K. Redefining Innovation Eco-innovation Research and the Contribution From Ecological Economics. *Ecological Economics*, 2000, vol. 32, N 2, pp. 319–332.

Requate T. Dynamic Incentives by Environmental Policy Instruments — a Survey. *Ecological Economics*, 2005, vol. 54, N 2–3, pp. 175–195.