УДК 336.027

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАВНОВЕСИЙ КУРНО И БЕРТРАНА В ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ОЛИГОПОЛИИ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК

Д.В. ГРИЦЕНКО
ВолГСХА, Волгоград

Ключевые слова: конкуренция, инновации, инвестиции, производственные затраты

Аннотация:
Исследуется относительная эффективность равновесий Курно и Бертрана в условиях осуществления конкурирующими фирмами инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, снижающие производственные затраты. Выявлено что, в противоположность традиционным представлениям, равновесие типа Курно может быть более эффективным с точки зрения общественного благосостояния, чем равновесие Бертрана.

Хорошо известно, что [2] равновесные цены ниже, а объемы выпуска продукции выше при конкуренции Бертрана (конкуренции в ценах) и [3] равновесие Бертрана более эффективно, чем равновесие Курно, в смысле большего потребительского излишка и более высокого общественного благосостояния. Эти классические результаты получены при условии, что конкурирующие фирмы сталкиваются с одинаковой структурой спроса и затрат при обоих типах конкуренции. Однако, это предположение может оказаться несправедливым, поскольку фирмы часто конкурируют друг с другом, инвестируя в научно-исследовательские разработки (инновации) с целью улучшения качества производимой продукции и/или сокращения производственных затрат. В результате структура рыночного спроса и производственные затраты могут измениться. В таких динамических условиях, если инвестиции в научно-исследовательские разработки различаются при конкуренции Курно и Бертрана, постинновационная структура спроса и затрат будут различаться, даже если они были идентичны перед конкуренцией в области инноваций. Возникает важный вопрос, изменится ли в таких условиях классический результат.

В настоящей работе исследуется относительная эффективность равновесий Курно и Бертрана в условиях осуществления конкурирующими

фирмами инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР), снижающие производственные затраты. Рассматриваем некооперативную игру двух фирм, производящих дифференцированную продукцию. Предполагаем, что игра состоит из двух стадий. На первой стадии (научно-исследовательская стадия) каждая фирма независимо осуществляет НИОКР, направленные на снижение производственных издержек. На второй стадия (стадия рыночной конкуренции) обе фирмы производят и продают свою продукцию на рынке. Рассматриваются два типа конкуренции: конкуренция в рамках дуополии Курно и дуополистическая конкуренция в рамках модели Бертрана. Сначала анализ проводится в рамках дуополии Курно. Предполагаем, что функция полезности типичного потребителя имеет следующий вид $U(q_1, q_2) = \alpha(q_1 + q_2) - \frac{1}{2}(q_1^2 + 2\gamma q_1 q_2 + q_2^2)$, где q_i - количество продукции, произведенной фирмой i, α, γ - параметры, причем $\alpha > 0$ и $\gamma \in (0,1)$. Параметр γ характеризует степень дифференциации продукции, причем степень дифференциации продукции убывает с ростом параметра γ. Результирующие функции рыночного спроса линейны и определяются соотношениями

$$p_i = \alpha - q_i - \gamma q_j, \quad i, j = 1,2, \quad i \neq j. \tag{1}$$

Первоначально фирмы характеризуются одинаковыми постоянными предельными производственными затратами $c(< \alpha)$. Если фирма i осуществляет НИОКР, инвестируя средства в размере $V(x_i)$, то предельные производственные затраты фирмы снижаются на величину x_i. Согласно общепринятым представлениям, инвестирование в НИОКР характеризуется убывающей доходностью, а затраты на НИОКР определяются квадратичной функцией $V(x_i) = \frac{1}{2}\nu x_i^2$, где параметр ν характеризует эффективность или производительность инновационной технологии (более высокие значения параметра ν соответствуют более низкой эффективности).

Для описания взаимных экстернальных эффектов двух фирм полагаем, что предельные производственные затраты фирм определяются соотношениями $c_i = c - x_i - \theta x_j, \quad i, j = 1,2, \quad i \neq j$, при условии, что фирмы инвестируют в разработку инноваций $V(x_1)$ и $V(x_2)$ соответственно. Параметр $\theta \in [0,1]$ описывает эффект экстерналий. Для исследования равновесия в рассматриваемой игре будет следовать методу обратной индукции. Обозначим через π_i прибыль i-ой фирмы. Тогда для любого результата первой (научно-исследовательской) стадии, т.е. (x_1, x_2), прибыли фирм составят

$$\pi_i(q_1, q_2; x_1, x_2) = p_i q_i - (c - x_i - \theta x_j) q_i .$$

Фирмы выбирают объем выпуска продукции с целью максимизации соответствующих прибылей. Количество продукции, произведенной фирмой i в соответствующем равновесии Курно-Нэша [1], определяется соотношением

$$q_i^*(x_1, x_2) = \frac{1}{4 - \gamma^2}[(\alpha - c)(2 - \gamma) + (2 - \theta\gamma)x_i + (2\theta - \gamma)x_j]. \qquad (2)$$

Перейдем теперь к анализу стадии НИОКР. Каждая фирма выбирает уровень НИОКР (характеризуемый соответствующими затратами) с целью максимизации своей совокупной прибыли

$$\Pi_i(x_1, x_2) = \pi_i(q_1^*, q_2^*; x_1, x_2) - \frac{1}{2}\nu x_i^2 .$$

Решение задачи максимизации дает следующее равновесное значение уровня НИОКР каждой из фирм

$$x_C = \frac{2(2 - \theta\gamma)(\alpha - c)}{\Delta_C}, \qquad (3)$$

где $\Delta_C = \nu(2 + \gamma)(4 - \gamma^2) - 2(2 - \theta\gamma)(1 + \theta)$.

Подставляя выражение для равновесного значения уровня НИОКР x_C в (1) и (2), получаем равновесные значения объемов выпуска продукции фирм

$$q_C = \frac{1}{\Delta_C}\nu(\alpha - c)(4 - \gamma^2) \text{ и цен } q_C = \frac{1}{\Delta_C}\nu(\alpha - c)(4 - \gamma^2). \qquad (4)$$

Вычислим равновесный потребительский излишек составляет $CS = U(q_1, q_2) - p_1 q_1 - p_2 q_2$, прибыль производителей $\Pi = \Pi_1 + \Pi_2$ и общественное благосостояние:

$$CS_C = (1 + \gamma)q_C^2 , \qquad \Pi_C = 2q_C^2 - \nu x_C^2 , \qquad (5)$$

$$W_C = CS_C + \Pi_C = \frac{1}{\Delta_C^2}\nu(\alpha - c)^2[\nu(3 + \gamma)(4 - \gamma^2)^2 - 4(2 - \theta\gamma)^2]. \qquad (6)$$

Проведем аналогичный анализ в рамках дуополии Бертрана. Перепишем соотношения (1) следующим образом

$$q_i = \frac{1}{1 - \gamma^2}[\alpha(1 - \gamma) - p_i + \gamma p_j], \quad i, j = 1,2, i \neq j . \qquad (7)$$

Для любого результата первой (научно-исследовательской) стадии, т.е. (x_1, x_2), фирма i на стадии рыночной конкуренции выбирает цену продукции p_i с целью максимизации своей прибыли. В результирующем равновесии Бертрана - Нэша цены определяются следующим образом

$$p_i^*(x_1, x_2) = \frac{1}{4-\gamma^2}[(2+\gamma)(\alpha - \alpha\gamma + c) - (2+\theta\gamma)x_i - (2\theta+\gamma)x_j]. \qquad (8)$$

Каждая фирма выбирает уровень НИОКР (характеризуемый соответствующими затратами) с целью максимизации своей совокупной прибыли

$$\Pi_i(x_1, x_2) = \pi_i(p_1^*, p_2^*; x_1, x_2) - \frac{1}{2}\nu x_i^2.$$

Решение задачи максимизации дает следующее равновесное значение уровня НИОКР каждой из фирм

$$x_B = \frac{2}{\Delta_B}(\alpha - c)(2 - \theta\gamma - \gamma^2), \qquad (9)$$

где $\Delta_B = \nu(1+\gamma)(2-\gamma)(4-\gamma^2) - 2(1+\theta)(2-\theta\gamma-\gamma^2)$.

Используя соотношение (9) в выражениях (7) и (8), получаем равновесные цены и объемы выпуска продукции в следующем виде

$$p_B = \frac{1}{\Delta_B}[\nu(\alpha - \alpha\gamma + c)(1+\gamma)(4-\gamma^2) - 4\alpha(1+\theta)(2-\theta\gamma-\gamma^2)], \qquad (10)$$

$$q_B = \frac{1}{\Delta_B}\nu(\alpha - c)(4-\gamma^2). \qquad (11)$$

Вычислим равновесный потребительский излишек, прибыль производителей и общественное благосостояние в условиях конкуренции Бертрана:

$$CS_B = (1+\gamma)q_B^2, \qquad \Pi_B = 2(1-\gamma^2)q_B^2 - \nu x_B^2, \qquad (12)$$

$$W_B = CS_B + \Pi_B =$$

$$= \frac{1}{\Delta_B^2}\nu(\alpha - c)^2[\nu(3+\gamma-2\gamma^2)(4-\gamma^2)^2 - 4(2-\theta\gamma-\gamma^2)^2]. \qquad (13)$$

Прежде чем провести сравнение характеристик равновесия при двух рассмотренных выше типах конкуренции, в качестве эталонного выведем характеристики общественно оптимального распределения. Задача для планирующего органа, максимизирующего общественное благосостояние, инвестирующего в НИОКР, формулируется следующим образом:

$$\max_{x_1, x_2, q_1, q_2} W_S = U(q_1, q_2) - \sum_{i=1}^{2}(c - x_i - \theta x_j)q_i - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{2} x_i^2. \qquad (14)$$

Нетрудно проверить, что оптимальное решение задачи планирующего органа, максимизирующего общественное благосостояние, определяется следующими соотношениями для оптимального снижения предельных производственных затрат фирм снижаются на величину x_i (т.е. оптимального уровня инвестиций в НИОКР) и оптимальных объемов выпуска продукции

$$x_i = x_S = \frac{(1+\theta)(\alpha - c)}{(1+\gamma)\nu - (1+\theta)^2}, \quad q_i = q_S = \frac{(\alpha - c)\nu}{(1+\gamma)\nu - (1+\theta)^2}. \qquad (15)$$

Возникают следующие вопросы. При каком типе конкуренции на товарном рынке (конкуренции типа Курно или Бертрана) больше инвестиции фирм в НИОКР? Как эти уровни инвестиций соотносятся с оптимальным уровнем, определяемым решением задачи планирующего органа, максимизирующего общественное благосостояние (14)? Как отличаются объемы выпуска продукции и ее цены в условиях конкуренции Курно и Бертрана, если производственные затраты до конкуренции эндогенно определяются на первой стадии (научно-исследовательской), когда каждая фирма независимо осуществляет НИОКР, направленные на снижение производственных издержек.

Непосредственное сравнение, основанное на анализе соотношений (3),(9) и (14), показывает, что при любых значениях $\gamma \in (0,1)$ и $\theta \in [0,1]$ имеет место неравенство $x_S > x_C > x_B$, т.е. инвестиции фирм в НИОКР больше при наличии на товарном рынке конкуренции Курно, чем при конкуренции Бертрана, однако эти объемы инвестиций ниже уровня, соответствующего максимизации общественного благосостояния.

Чтобы интерпретировать полученный результат, необходимо проанализировать факторы, побуждающие фирмы к инвестированию в НИОКР, и взаимодействие этих факторов при различных типах конкуренции. В диссертации показано, что при общих предположениях о функциях, определяющих спрос и расходы на осуществление НИОКР, можно представить эффект от инвестиций в НИОКР в виде четырех составляющих. При конкуренции Курно

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} = \underbrace{-\frac{1}{\Psi_C}\frac{\partial \pi_i}{\partial q_j}\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial q_i^{\,2}}\theta}_{\text{экстернальный эффект}} + \underbrace{\frac{1}{\Psi_C}\frac{\partial \pi_i}{\partial q_j}\frac{\partial^2 \pi_j}{\partial q_i \partial q_j}}_{\text{стратегический эффект}} \underbrace{+q_i}_{\substack{\text{эффект объема} \\ \text{выпуска}}} \underbrace{-V_i'(x_i)}_{\text{эффект цены}}.$$

В условиях конкуренции Бертрана

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} = \underbrace{-\frac{1}{\Psi_B}\frac{\partial \pi_i}{\partial p_j}\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial p_i^{\,2}}\frac{\partial q_j}{\partial p_j}\theta}_{\text{экстернальный эффект}} + \underbrace{\frac{1}{\Psi_B}\frac{\partial \pi_i}{\partial p_j}\frac{\partial^2 \pi_j}{\partial p_i \partial p_j}\frac{\partial q_i}{\partial p_i}}_{\text{стратегический эффект}} \underbrace{+q_i}_{\substack{\text{эффект объема} \\ \text{выпуска}}} \underbrace{-V_i'(x_i)}_{\text{эффект цены}}.$$

Анализ полученных соотношений позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, инвестиции фирм в НИОКР снижают удельные производственные затраты. Для данного сокращения удельных производственных затрат, при прочих равных условиях, рост объема производства фирм приводит к выигрышу. Следовательно, эффект объема производства всегда положителен (т.е он стимулирует фирмы к инвестициям в НИОКР) как при конкуренции Курно, так и в условиях конкуренции Бертрана. Во-вторых, инвестиции фирмы в НИОКР приводят также к снижению удельных производственных затрат фирмы-соперника, что, в свою очередь, оказывает отрицательное воздействие на фирму, предпринимающую инвести-

ции в НИОКР. В силу этого эффект экстерналий всегда отрицателен (т.е. он снижает стимулы фирм к осуществлению НИОКР) как при конкуренции Курно, так и в условиях конкуренции Бертрана. В-третьих, НИОКР требуют затрат, что означает, что эффект затрат отрицателен для обоих типов конкуренции. Наконец, инвестиции фирмы в НИОКР снижают ее производственные затраты, что оказывает воздействие на решение фирмы-соперника относительно объема выпуска или цены. Этот эффект представляет собой стратегический эффект, который, в отличие от других рассмотренных эффектов, положителен в условиях конкуренции Курно и отрицателен при конкуренции Бертрана. При конкуренции Курно, инвестируя больше в НИОКР и тем самым снижая свои затраты, фирма ужесточает рыночную конкуренцию, тем самым снижая продажи фирмы-соперника, что, в свою очередь, приводит к выигрышу фирмы. Этот положительный стратегический эффект приводит к избыточному инвестированию в НИОКР в отсутствие экстерналий. Напротив, при конкуренции Бертрана инвестиции фирмы в НИОКР снижают производственные затраты и вынуждают фирму-соперника снижать цену, что, в свою очередь, приводит к потерям фирмы-инвестора. Этот отрицательный стратегический эффект приводит к недостаточному инвестированию в НИОКР в отсутствие экстерналий.

Таблица 1 - Составляющие эффекта от инвестиций в НИОКР

	Экстернальный эффект	Стратегический эффект	Эффект объема производства
Центральное планирование	+	исчезает	+
Конкуренция Курно	–	+	+
Конкуренция Бертрана	–	–	+

В случае осуществления инвестирования в НИОКР центральным планирующим органом эффект экстерналий и стратегический эффект интернализуются. Эффект экстерналий становится положительным (посколь-

ку из (14) $\frac{\partial x_S}{\partial \theta} > 0$), а стратегический эффект исчезает. Таблица 1 подытоживает полученные результаты.

Перейдем теперь к сравнению объемов производства продукции и цен при конкуренциях Курно и Бертрана. Сравнение соотношений (4),(5),(11),(12) и (14) показывает, что при любых значениях $\gamma \in (0,1)$ и $\theta \in [0,1]$ имеют место неравенства $q_S > q_B > q_C$ и $p_B < p_C$. Следовательно, $CS_B > CS_C$.

Полученные результаты означают, что хотя фирмы, конкурирующие в модели Курно, инвестируют больше в НИОКР и, следовательно, несут более низкие затраты, чем при конкуренции Бертрана, тем не менее, фирмы, конкурирующие в модели Бертрана, назначают более низкие цены и производят большие объемы продукции, чем при конкуренции Курно. Однако, более высокие объемы выпуска продукции и более низкие цены не обеспечивают более высокую совокупную выгоду, поскольку производственные затраты при конкуренции по Бертрану выше соответствующих характеристик при конкуренции Курно. Это требует тщательного анализа эффективности.

Сравним общественное благосостояние в условиях конкуренции Курно и Бертрана. Очевидно, что общественное благосостояние максимально в случае, когда инвестиции в НИОКР осуществляются планирующим органом, максимизирующим общественное благосостояние. Однако, заранее неясно, при каком типе равновесия (Курно или Бертрана) выше общественное благосостояние при инвестировании фирмами в НИОКР.

Анализ, проведенный в диссертации, показывает, что если имеют место идеальные экстерналии ($\theta = 1$), то:

1. При $\nu \geq \nu^*$, где $\nu^* = (32 + 4\sqrt{55})/9 > \alpha/c$), имеет место неравенство $W_{B1} > W_{C1}$ при любых значениях $\gamma \in (0,1)$,
2. при $\nu < \nu^*$ существует значение $\bar{\gamma}(\nu) \in (0,1)$ такое, что

$$W_{B1} - W_{C1} \begin{cases} > 0 & \textit{при всех } \gamma < \bar{\gamma}(\nu) \\ = 0 & \textit{при } \gamma = \bar{\gamma}(\nu) \\ < 0 & \textit{при всех } \gamma > \bar{\gamma}(\nu) \end{cases}$$

Согласно этому результату, равновесие, соответствующее конкуренции по Бертрану, не всегда характеризуется более высокой динамической эффективностью, чем равновесие в рамках конкуренции Курно. Известно, что при отсутствии инвестирования в НИОКР потребительский излишек выше в равновесии Бертрана, однако прибыль конкурирующих фирм при этом ниже. Полученные в диссертации результаты показывает, что в рамках конкуренции Курно инвестиции фирм в НИОКР выше, чем при конкуренции Бертрана, однако в силу экстернального эффекта даже в

рамках конкуренции Курно не наблюдается избыточного инвестирования. Следовательно, и потребители, и производители выигрывают от инвестиций в НИОКР, причем этот выигрыш больше при конкуренции типа Курно. Однако, если создание инноваций требует очень больших затрат (случай (1)), даже в рамках конкуренции Курно инвестирование в НИОКР очень мало. Это означает, что дополнительный общественный выигрыш от инвестиций в НИОКР в рамках конкуренции Курно более не превосходит статическую эффективность конкуренции Бертрана, и полученный результат не противоречит классическому. Если, однако, затраты на осуществление НИОКР умеренные (случай (2)), может иметь место ситуация, что различие затрат на осуществление НИОКР при конкуренции Курно и Бертрана достаточно велико для того, чтобы генерировать достаточно высокую динамическую эффективность при конкуренции Курно, превосходящую статическую эффективность конкуренции Бертрана, особенно для видов продукции, являющихся близкими субститутами.

При отсутствии экстерналий ($\theta = 0$) имеет место следующее соотношение общественного благосостояния в условиях конкуренции Бертрана и Курно: общественное благосостояние выше в условиях конкуренции Бертрана, чем при конкуренции Курно: для всех значений γ имеет место неравенство $W_B > W_C$.

Следующий устанавливает, что традиционный результат справедлив при малых степенях экстерналий и дифференциации продукции, а при больших значениях θ и γ имеет место противоположный результат.

При условии выполнения неравенства (10) для любого заданного значения степени дифференциации продукции γ имеют место следующие соотношения:

1. $W_B > W_C$ при любых значениях ν и γ, или
2. существует единственное значение $\bar{\nu}(\gamma) > 1$, такое, что

(а) $W_B > W_C$ при любых значениях $\nu \geq \bar{\nu}(\gamma)$ и $\theta \in (0,1)$ и

(б) при $\nu < \bar{\nu}(\gamma)$ существует значение $\bar{\theta}(\nu) \in (0,1)$, такое, что

$$W_B - W_C \begin{cases} > 0 & \textit{при любых} \quad \theta < \bar{\theta}(\nu) \\ = 0 & \textit{при} \quad \theta = \bar{\theta}(\nu) \\ < 0 & \textit{при любых} \quad \theta > \bar{\theta}(\nu) \end{cases}$$

Кроме того, для значений γ, близких к нулю, исход (1) превалирует. Для значений γ, близких к единице, исход (2) превалирует.

Интерпретация этого результата следующая. Хотя экстерналии оказывают отрицательное воздействие на индивидуальные стимулы фирм к инвестированию в НИОКР, они приводят к росту общественного благосостояния. Поскольку инвестиции фирм больше при конкуренции Курно, чем при конкуренции Бертрана, увеличение общественного благосостояния,

связанное с более высокой степенью экстерналий, больше при конкуренции Курно, чем при конкуренции Бертрана. Следовательно, для данных ν и γ более вероятно, что равновесие Курно при росте параметра θ характеризуется большей эффективностью с точки зрения общественного благосостояния, чем равновесие Бертрана.

Основной результат исследования, проведенного в работе, состоит в том, что, в противоположность традиционным представлениям, равновесие типа Курно может быть более эффективным с точки зрения общественного благосостояния, чем равновесие Бертрана. Во-первых, если затраты на осуществление НИОКР не слишком высоки, инвестиции фирм, конкурирующих в модели Курно, в НИОКР существенно больше, и, следовательно, производственные затраты значительно меньше, чем при конкуренции Бертрана. Во-вторых, если экстерналии достаточно высоки, результирующий рост общественного благосостояния, связанный с более значительными инвестициями в инновации, очень велик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин В.М., Игнатьев С.М., Моргунов В.И. Микроэкономика. Т. 1,2. – СПб: «Экономическая школа», 2004.
2. Пиндайк Р.С., Рабинфельд Д.Л. Микроэкономика. – СПб: «ПИТЕР», 2002.
3. Cheng, L., 1985, Comparing Bertrand and Cournot equilibria: A geometric approach, Rand Journal of Economics 16(1), 146-147.