

**Модели конкуренции и сотрудничества предприятий
в разработке инноваций в условиях свободного входа и выхода в рынок
инноваций и товарный рынок**

Ткаченко Денис Дмитриевич,
кандидат экономических наук,
доцент, докторант

Кисловодский институт экономики и права;
in63@mail.ru

Аннотация: Предложена экономико-математическая модель кооперации фирм, конкурирующих на товарном рынке, в разработке инноваций.

Ключевые слова: моделирование, инвестиции, конкуренция, оптимизация, риск

Abstract. Mathematical model of various forms of cooperation of firms, competing in the product market in the development of innovations, is constructed and studied.

Keywords: modeling, investments, competition, optimization, risk

В работах [1,2] проведено сравнение рассмотренной в [3] конкуренции фирм в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо) с ситуацией, когда определенная группа фирм заключают соглашение между компаниями относительно осуществления научно-исследовательских разработок. Рассмотрена ситуация, когда экзогенно определенная группа компаний заключает картельное соглашение относительно осуществления научно-исследовательских разработок: компании договариваются об объеме инвестиций в научно-исследовательские разработки, и, кроме того, договариваются относительно создания совместного научно-исследовательского предприятия (совместной научно-исследовательской лаборатории); компании-участницы картеля,

группа фирм $I = \{1, \dots, J\}$, выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли и становятся обладателями инновационной технологии, если одна из компаний картеля разработает ее. Далее оценим функционирование картеля для низких и высоких значений L^J . Следующее Утверждение представляет результаты для случаев $L^J = L$ и $L^J = \frac{L}{J}$.

В первом случае отраслевая прибыль не испытывает влияния при создании картеля. Поскольку большее количество фирм имеют доступ к инновационной технологии при наличии картеля (в котором компании-участники картеля выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли и становятся обладателями инновационной технологии, если одна из компаний картеля разработает ее), члены картеля сталкиваются с более интенсивной конкуренцией на товарном рынке и разделяют между собой частную прибыль, которую бы они получили в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо). Во втором случае прибыль каждого участника картеля на товарном рынке равна той, которая была бы получена в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо). Эта ситуация может возникнуть, если существование нескольких фирм, имеющих доступ к инновационной технологии, приводит к тому, что большое количество фирм, использующих старую технологию, выходит из рынка. В результате участники картеля сталкиваются в конечном счете с более слабой конкуренцией, даже если большее количество фирм имеет доступ к инновационной технологии. Картель, очевидно, приводит к росту отраслевой прибыли в этом случае.

Утверждение 1. При $L^J = \frac{L}{J}$ в равновесии участники картеля инвестируют в разработку инновационных технологий меньше x^N , уровня инве-

стиций в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), и получают более низкую прибыль, чем в условиях конкуренции в НИР. При $L^J = L$ в равновесии участники картеля инвестируют в разработку инновационных технологий больше x^N , уровня инвестиций в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), и получают более высокую прибыль, чем в условиях конкуренции в НИР.

Доказательство. Подставляя $L^J = \frac{L}{J}$ в первую производную от прибыли по x_i , получаем, что $C = J$, т.е., если картели первого и второго типа включают одинаковое число фирм, уровень инвестиций в расчете на фирму одинаков при обоих типах сотрудничества фирм в форме картелей. Аналогично, подставляя $L^J = \frac{L}{J}$ в выражение для равновесного уровня прибыли, получаем, что прибыль также одинакова при обоих типах картелей. Следовательно, результаты для $L^J = \frac{L}{J}$ следуют из Утверждений [1-3].

Рассмотрим сейчас случай $L^J = L$. Первым шагом покажем, что $x^J > x^O$. Рассмотрим первые производные для задач оптимизации фирм картеля и типичной фирмы, не участвующей в картеле:

$$\begin{aligned} \tilde{G}^J \equiv & Jh'(\tilde{x}^J)[L^J + \tilde{x}^J + \frac{L^J}{r}(R^J - J)h(x^O)] - \\ & - [r + Jh(\tilde{x}^J) + (R^J - J)h(x^O)] \end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned}\tilde{H}^J \equiv & h'(x^O)[L + x^O + \frac{L^J}{r}(R^J - J - 1)h(x^O) + Jh(\tilde{x}^J)] - \\ & - [r + Jh(\tilde{x}^J) + (R^J - J)h(x^O)],\end{aligned}$$

где x^O и \tilde{x}^J обозначают равновесные уровни инвестиций типичной фирмы, не участвующей в картеле и фирмы - участника картеля, соответственно. В равновесии $\tilde{x}^J = x^J$. Заметим, что

$$\begin{aligned}\frac{\partial(\tilde{G}^J - \tilde{H}^J)}{\partial \tilde{x}^J} = & Jh''(\tilde{x}^J)[L + \tilde{x}^J + \frac{L}{r}(R^J - J)h(x^O)] - \\ & - Jh(\tilde{x}^J)[h'(x^O)\frac{L}{r} - 1] < 0.\end{aligned}$$

Кроме того, выражение $\tilde{G}^J - \tilde{H}^J$, вычисленное в точке, в которой $\tilde{x}^J = x^O$, приводится к виду

$$(J - 1)h'(x^O)[L + x^O + \frac{L}{r}(R^J - J - 1)h(x^O)] > 0.$$

Следовательно, если $\tilde{G}^J - \tilde{H}^J = 0$, что должно иметь место в равновесии, должно быть справедливо неравенство $x^J > x^O$.

Покажем далее, что любая активная на рынке НИР фирма, не участвующая в картеле, должна инвестировать x^N . Активная на рынке НИР фирма, не участвующая в картеле, получает в равновесии нулевую прибыль. Это означает, что фирма i , не участвующая в картеле, должна характеризоваться тем же значением α_i , что и в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо). Следовательно, фирма решает

такую же задачу максимизации, что и в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), и инвестирует x^N . Этот результат совместно с анализом выше означает, что если есть активные на рынке НИР фирмы, не участвующие в картеле, каждая фирма картеля инвестирует в равновесии $x^J > x^N$.

Чтобы установить, что картели второго типа (компании-участники картеля выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли и становятся обладателями инновационной технологии, если одна из компаний картеля разработает ее) получают положительную прибыль, заметим, что если считать инвестиции фирм, не участвующих в картеле, постоянными на уровне x^N и снизить уровень участников картеля до уровня x^N , прибыль фирм картеля в расчете на фирму записывается в виде

$$\frac{h(x^N) \frac{JL}{r} - x^N}{r + Jh(x^N) + (R^J - J)h(x^N)} - S,$$

а фирмы, не участвующие в картеле, получают прибыль

$$\frac{h(x^N) \frac{L}{r} - x^N}{r + Jh(x^N) + (R^J - J)h(x^N)} - S,$$

которая, очевидно, ниже. Однако фирма, не участвующая в картеле, будет получать строго положительную прибыль, поскольку будет мало фирм в целом, имеющих такой же уровень инвестирования, как в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют

научно-исследовательские разработки независимо). Следовательно, фирмы картеля тоже получали бы строго положительную прибыль.

При анализе влияния картельного соглашения на уровень инвестиций в разработку инновационных технологий в расчете на фирму играют роль два эффекта. Во-первых, в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), инвестиции в разработку инновационных технологий одной фирмы приводят к снижению ожидаемой прибыли другой фирмы, поскольку снижает вероятность того, что другая фирма выиграет в конкуренции за разработку инновационных технологий. Однако если компании (картеля) имеют право собственности на результаты научно-исследовательских разработок, инвестиции в разработку инновационных технологий одной фирмы приводят к повышению ожидаемой прибыли другой фирмы, поскольку повышает вероятность того, что другая фирма будет иметь доступ к инновационной технологии сразу после конкуренции в НИР. Совместная максимизация прибыли фирм внутри картеля позволяет участникам картеля интернализировать положительные экстерналии, что приводит к росту инвестиций в разработку инновационных технологий в расчете на фирму. Во-вторых, доход в расчете на фирму в случае успешной разработки инновационной технологии, если фирмы являются частью картеля, отличается от соответствующего дохода в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), поскольку если участник картеля выиграет в конкуренции за разработку инновационных технологий, все его участники получают к ней доступ. При $L^J = \frac{L}{J}$ доход в расчете на фирму в случае успешной разработки инновационной технологии, если фирмы являются частью картеля, ниже соответствующего дохода в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-

исследовательские разработки независимо), который равен L . Это оказывает негативное воздействие на инвестиции в разработку инновационных технологий в расчете на фирму при наличии картеля. Утверждение 1 означает, что при $L^J = \frac{L}{J}$ этот отрицательный эффект преобладает над положительным и, следовательно, участники картеля инвестируют в разработку инновационных технологий меньше, чем в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), и получают более низкую прибыль, чем в условиях конкуренции в НИР. С другой стороны, при $L^J = L$ доход в расчете на фирму в случае успешной разработки инновационной технологии одинаков при обеих рассматриваемых структурах: (1) если фирмы являются частью картеля, и (2) в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), и первый эффект способствует тому, что уровень инвестиций и прибыль в расчете на фирму выше в условиях картеля.

При доказательстве Утверждения 1 также показано, что при $L^J = \frac{L}{J}$ оба рассматриваемых типа картеля (первый - соглашение между компаниями относительно осуществления научно-исследовательских разработок устанавливает объем инвестиций каждой из компаний в НИОКР, однако каждая из компаний сохраняет право единоличной собственности на результаты научно-исследовательских разработок; второй - компании договариваются об объеме инвестиций в научно-исследовательские разработки, выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли, и все фирмы становятся обладателями инновационной технологии, если одна из фирм картеля разработает ее) приводят в равновесии к одинаковому уровню инвестиций и прибыль в расчете на фирму. Это

означает, что при условии $L^J > \frac{L}{J}$ уровень инвестиций и прибыль в расчете на фирму выше для картеля второго типа. Фирмы, не входящие в картель, инвестируют x^N в обоих случаях, независимо от величины L^J .

Отсюда следует, что существуют два критических значения, $\tilde{L}^J(J)$ и $\hat{L}^J(J)$, таких, что уровень инвестиций и прибыль в расчете на фирму выше для картеля второго типа, чем в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), если

$$L^J > \tilde{L}^J(J) \quad \text{и} \quad L^J > \hat{L}^J(J)$$

соответственно. В следующем Утверждении устанавливается, что

$$\hat{L}^J(J) < \tilde{L}^J(J)$$

и анализируется функционирование картелей второго типа, когда компании договариваются об объеме инвестиций в научно-исследовательские разработки, выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли, и все фирмы становятся обладателями инновационной технологии, если одна из фирм картеля разработает ее.

Утверждение 2. Для значений J таких, что

$$L^J > \tilde{L}^J(J) \in (\hat{L}^J(J), L)$$

участники картелей второго типа (когда компании договариваются об объеме инвестиций в научно-исследовательские разработки, выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли, и все фирмы становятся обладателями инновационной технологии, если одна из фирм картеля разработает ее) характеризуются более высокими уровнями инвестиций и прибыли в расчете на фирму, чем в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо). Для значений J таких, что

$$L^J \in (\hat{L}^J(J), \tilde{L}^J(J)),$$

участники картелей второго типа характеризуются более низким уровнем инвестиций и более высоким уровнем прибыли в расчете на фирму, чем в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо). Для значений J таких, что

$$L^J < \hat{L}^J(J) \in (\frac{L}{J}, L),$$

участники картелей второго типа характеризуются более низким уровнем инвестиций и более низким уровнем прибыли в расчете на фирму, чем в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо).

Доказательство. Существование

$$\hat{L}^J \in (\frac{L}{J}, L) \quad \text{и} \quad \tilde{L}^J \in (\frac{L}{J}, L)$$

следует из Утверждений [1-3]. Чтобы доказать, что $\tilde{L}^J \geq \hat{L}^J$, оценим прибыль картеля при $L^J = \tilde{L}^J$ и покажем, что она положительна. При $L^J = \tilde{L}^J$ равновесное инвестирование фирм картеля составляет x^N . Заметим, что каждая фирма – участник рынка инновационных разработок, не входящая в картель, в равновесии получает прибыль

$$\frac{h(x^N) \frac{L}{r} - x^N}{r + Jh(x^N) + (R^J - J)h(x^N)} - S,$$

тогда как каждая фирма – участник картеля получает прибыль

$$\frac{h(x^N) \frac{J\tilde{L}^J}{r} - x^N}{r + Jh(x^N) + (R^J - J)h(x^N)} - S.$$

Вычитая из первого выражения второе, получаем

$$\frac{h(x^N) \frac{J\tilde{L}^J - L}{r}}{r + Jh(x^N) + (R^J - J)h(x^N)} > 0,$$

поскольку $\tilde{L}^J \geq L$.

Утверждение 2 означает, что если уровень инвестиций в расчете на фирму выше для картелей второго типа, прибыль в расчете на фирму также должна быть выше. Причина того, что прибыль в расчете на фирму может быть выше в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), даже если уровень инвестиций в расчете на фирму ниже, состоит в том, что участие в картельном соглашении обеспечивает им страхование. Фирмы начинают получать прибыль L^J , как только одна из фирм картеля разработает инновационную технологию. Следовательно, при более низких индивидуальных инвестициях фирм, они, тем не менее, имеют более высокие ожидаемые прибыли, чем в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо).

Утверждение 2 позволяет связать численность рассматриваемого картеля с его функционированием, если сделать следующее предположение о соотношении между L^J и J .

Предположение.

$$\frac{dL^J(J, N_0^J)}{dJ} = \frac{\partial L^J(J, N_0^J)}{\partial J} + \frac{\partial L^J(J, N_0^J)}{\partial N_0^J} \frac{\partial N_0^J}{\partial J} \leq 0.$$

Согласно этому предположению, доход отдельной фирмы от выигрыша в конкуренции за разработку инновационной технологии является невозрастающей функцией по численности фирм картеля второго типа (компании договариваются об объеме инвестиций в научно-исследовательские разработки, выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли, и все фирмы становятся обладателями инновационной технологии, если одна из фирм картеля разработает ее), даже с учетом того, что по мере роста числа фирм, входящих в картель, число конкурентов фирмы на пост-инновационном рынке снижается. Непосредственной проверкой можно убедиться в том, что это предположение выполняется, например, для линейной функции спроса или функции спроса с постоянной эластичностью в условиях олигополистической конкуренции Курно. С учетом этого предположения получаем

Утверждение 3. Участники достаточно небольшого картеля, такого, что $L^J > \tilde{L}^J(J)$, инвестируют в большем объеме и получают более высокие прибыли, чем получили бы в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо). Участники картеля средней численности, такого, что $L^J \in (\hat{L}^J(J), \tilde{L}^J(J))$, инвестируют в меньшем объеме и получают более высокие прибыли, чем получили бы в условиях конкуренции в НИР. Участники картеля, насчитывающего большое количество фирм, такого, что $L^J < \hat{L}^J(J)$, инвестируют в меньшем объеме и получают более низкие прибыли, чем получили бы в условиях конкуренции в НИР.

Утверждение 3 сравнивает картели различной численности с базовой моделью конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо). Прибыль в расчете на фирму в случае выигрыша в конкуренции за разработку инновационной технологии, L^J , зависит от количества фирм, входящих в

картель, J . Для достаточно многочисленного картеля, такого, что $L^J < \hat{L}^J(J)$, эти прибыли ниже, поскольку инновационная технология распространяется среди большего числа фирм на товарном рынке, что усиливает конкуренцию на товарном рынке. Действительно, некоторые большие картели могут быть невыгодными, поскольку включают слишком много фирм. Следовательно, **Утверждение 3** позволяет объяснить, почему формируются относительно небольшие картели – поскольку они могут быть более выгодными, чем большие по численности картели. Относительно небольшие картели могут быть выгодными, поскольку, хотя выгоды от совместной максимизации прибыли ниже для картелей малой численности, ожидаемая прибыль каждой фирмы на товарном рынке выше.

Полученные результаты являются развитием теории конкуренции в научно-исследовательских разработках в стохастических условиях в условиях свободного входа в этот рынок. Показано, что ключевым параметром для функционирования картеля является его численность. Полученные результаты могут быть использованы для того, чтобы объяснить, почему картели рассматриваемого типа не включают все фирмы в отрасли, и почему фирмы выбирают осуществлять многие научно-исследовательские проекты некооперативно. В известных в литературе исследованиях предполагается, что все фирмы в отрасли участвуют в кооперативной структуре, и в этом состоит существенное отличие проведенного здесь анализа.

Наконец, рассмотрим влияние картельного соглашения на совокупную скорость открытия инновационной технологии. Поскольку анализ идентичен проведенному ранее анализу для артелей первого типа, мы не будем повторять его здесь.

Утверждение 4. Совокупная скорость открытия инновационной технологии для картелей второго типа (компании договариваются об объеме инвестиций в научно-исследовательские разработки, выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли, и все фирмы становятся обладателями инновационной технологии,

если одна из фирм картеля разработает ее) совпадает с соответствующей скоростью в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо).

Этот результат принципиальным образом отличается от известных в литературе исследований, согласно которым картели рассматриваемого типа всегда приводят к росту совокупной скорости открытия инновационной технологии. Существенным отличием предложенной модели от ранее известных является допущение возможности свободного входа в рынок научно-исследовательских разработок.

Этот результат означает, что совокупная скорость открытия инновационной технологии не зависит от того, заключают ли фирмы соглашение об учреждении картеля первого или второго типа. Это справедливо независимо от того факта, что количество участников рынка научно-исследовательских разработок меняется в зависимости от типа кооперации. Чтобы убедиться в этом, заметим, что для картелей первого и второго типа одинаковой численности (т.е. $J = C$) с использованием функций прибыли можно установить, что имеют место соотношения

$$x^C \geq, \leq x^J$$

в зависимости от условий $L^J \geq, \leq \frac{L}{J}$. Это означает, что должны иметь место неравенства

$$R^J \geq, \leq R^C$$

в зависимости от условий $L^J \geq, \leq \frac{L}{J}$, поскольку совокупная скорость открытия инновационной технологии одинакова для картелей первого и второго типа, а фирмы, не входящие в картель, инвестируют x^N в обоих случаях. В обоих случаях Утверждения [1-3] также означают, что, поскольку $x^C < x^N$, должно иметь место неравенство $R^C > R^N$, и поскольку

$$x^J \geq, \leq x^N$$

в зависимости от условий

$$L^J \geq, \leq \tilde{L}^J(J),$$

должны иметь место неравенства

$$R^J \leq, \geq R^N$$

в зависимости от условий

$$L^J \geq, \leq \tilde{L}^J(J).$$

Таким образом, хотя число участников рынка научно-исследовательских разработок выше при наличии картеля первого типа, чем в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках (когда фирмы осуществляют научно-исследовательские разработки независимо), картели второго типа (компании-участники картеля выбирают свои инвестиции в научно-исследовательские разработки с целью максимизации совместной прибыли и становятся обладателями инновационной технологии, если одна из компаний картеля разработает ее) должны быть достаточно большими, чтобы число участников рынка научно-исследовательских разработок было выше при наличии картеля, чем в условиях конкуренции в научно-исследовательских разработках.

Литература

1. Ткаченко Д.Д. Анализ эффективности кооперации компаний в инновационных разработках // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2012. - № 12 (48).
2. Ткаченко Д.Д. Моделирование и анализ конкуренции и сотрудничества компаний на рынке инновационных разработок // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2012. - № 12 (48).
3. Ткаченко Д.Д. Моделирование сотрудничества конкурирующих фирм в разработке инноваций с учетом неопределенности и экстерналий эффектов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2012. - № 11 (47).

4. Иванова Н. Инновационная сфера: итоги столетия //Мировая экономика и международные отношения. – 2001. - N 8. – С. 22-34.
5. Сергеев А.П. Право интеллектуальной собственности в Российской Федерации. – М.: Проспект, 2004.