

УДК 330.46

*И.Н. Дубина, Н.М. Оскорбин***Модели стимулирования
инновационной предпринимательской активности ****I.N. Dubina, N.M. Oskorbin***Stimulation Models of Innovation Entrepreneurship**

Представлен комплекс моделей для оптимизации налогообложения и поддержки инновационной предпринимательской активности, включающих в себя такие стратегические переменные, как объем инвестиций в инновации (определяется предпринимательскими структурами), льготные налоговые ставки и субсидии для предпринимателей, занимающихся разработкой новых технологий и инвестирующих средства в НИОКР (определяются государством); учитываются барьеры для предпринимательской активности, возможность уклонения от налогов, режим защиты интеллектуальной собственности, возможность накопления и «утечки» знаний в условиях конкурентной среды.

Ключевые слова: теория игр, иерархические игры, инновация, предпринимательство, налогообложение, стимулирование, оптимизация, НИОКР.

Введение. Уровень развития предпринимательства, а особенно – инновационного, и институтов его поддержки в РФ остается крайне низким по сравнению с развитыми странами. Вклад малого бизнеса в ВВП по итогам 2007 г. составлял 13–15%, в то время как в развитых странах 50–70% от объема ВВП [1]. В то же время доля предприятий, деятельность которых связана с наукой и инновациями, составляет в малом бизнесе только 1,2% [1] (т.е. вклад наукоемкой и высокотехнологичной продукции в ВВП страны по сути ничтожен). В числе проблем малого бизнеса Д.А. Медведев назвал административные барьеры, необходимость доступа к упрощенной системе налогообложения, а также вопросы, связанные с кредитованием [1]. В мае 2009 г. в Правительстве РФ был представлен проект развития малого и среднего бизнеса на 2010–2012 гг. Согласно этому документу доля работающих на малых и средних предприятиях вырастет с 13 до 28% от общего числа экономически активного населения страны, а вклад малого и среднего бизнеса в ВВП страны увеличится до 32% [2]. Однако эксперты скептически оценили планы правительства по резкому увеличению доли малого бизнеса в ВВП как «утопичные» [3]. В сентябре 2010 г.

The authors suggest a set of game-theoretical models to optimize taxation and subsidies in order to stimulate innovation entrepreneurship activity. The developed models include strategic components, such as investment in innovation which is determined by management institutions, preferential taxes and subsidies for managers who are active in developing new technologies and investing money in scientific projects. Much attention is paid to barriers for innovation activity, tax invasion, defence of intellectual property, knowledge accumulation and “brain drain” in conditions of competition.

Key words: game theory, hierarchical games, innovation, entrepreneurship, taxation, stimulation, optimization, R&D.

главой Минэкономразвития, в котором готовился проект, признано, что намеченные меры по поддержке малого и среднего бизнеса реализовать фактически не удалось прежде всего из-за коррумпированности системы госзаказа [4]. На международном инвестиционном форуме «Сочи-2010» (17.09.2010) председатель Сбербанка РФ, подчеркнув некоторые успехи в развитии предпринимательства в стране (доля малого бизнеса в российском ВВП в последние годы удвоилась и достигла 20%), назвал работу по устранению препятствий на пути развития малого бизнеса недостаточной [5].

Таким образом, в качестве основных регуляторов предпринимательской активности рассматриваются налоговые ставки, кредиты и субсидии, а также административные механизмы, определяющие сложность «вхождения» в предпринимательский бизнес. Исследование закономерностей функционирования предпринимательских структур при использовании подобных регуляторов можно выполнить, в частности, путем построения математических моделей, рассматривая взаимодействие предпринимательских структур с рыночными институтами и органами государственной власти. Результаты таких теоретических исследований могут быть положены в основу

* Работа подготовлена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда, (проект №10-02-60204а/Т).

планирования более детальных научных разработок, имеющих практическую направленность. Примеры подобных исследований представлены в ряде работ российских [6–10] и зарубежных [11–15] исследователей, в которых изучены налоговые и другие организационно-экономические механизмы, стимулирующие предпринимательскую активность и инвестиции в НИОКР.

В данной статье представлен комплекс сравнительно простых (базовых) моделей, которые могут быть использованы в различных комбинациях для оптимизации налогообложения и поддержки инновационной предпринимательской активности и включающих в себя такие стратегические переменные, как объем инвестиций в инновационную деятельность (определяется предпринимательскими структурами), льготные налоговые ставки и субсидии для предпринимателей, занимающихся разработкой новых технологий и инвестирующих средства в НИОКР (определяются государством); также учитываются «барьеры» для предпринимательской активности, режим защиты интеллектуальной собственности и возможность накопления и «утечки» знаний в условиях конкурентной среды.

Базовые модели оптимизации налогообложения результатов предпринимательской активности. Базовая модель системы «Государство–Предприниматель», взаимодействие участников которой учитывается через налоговые отчисления, рассмотрена в [9; 16]. Механизмы взаимодействия участников этой системы исследуются в рамках теории иерархических игр в ситуациях равновесия по Штакельбергу. Данная модель предполагает, что валовая прибыль предпринимателя D делится в отношении t к $1 - t$, где t – ставка налога, которая выбирается первым игроком (центром) в интервале $[0, 1]$, а «барьеры» для предпринимательской активности описываются функцией $\varphi(D)$, которая удовлетворяет условиям: $\varphi(0) = 0$, $\varphi'_D(D) \geq 0$, $\varphi''_D(D) \geq 0$, $\lim_{D \rightarrow \bar{D}} \varphi(D) = \infty$, где \bar{D} рассматривается как максимальный уровень реализации предпринимательского потенциала на данном этапе развития экономики. Анализ природы предпринимательских барьеров показывает, что функция $\varphi(D)$ отражает экономические условия деятельности предпринимателей, транзакционные издержки, трудности вхождения в бизнес, социально-психологические ограничения и т.п. Стратегия предпринимателя (уровень активности) представлена переменной D .

Базовая модель «Государство–Предприниматель» представляется в виде следующей иерархической игры:

$$M_G(t, D) = Dt \rightarrow \max_{t \in [0, 1]} ; \quad (1)$$

$$M_{II}(t, D) = D(1-t) - \varphi(D) \rightarrow \max_{D \in [0, \bar{D}]} , \quad (2)$$

где M_G – функция полезности государства; M_{II} – функция полезности предпринимателя (совокупных предпринимателей).

Согласно принятым правилам, ставка налога известна предпринимателям до принятия решений и в простейшем варианте не корректируется в процессе и по результатам предпринимательской деятельности. Этот регламент соответствует правилам игры, приводящим к ситуациям равновесия по Штакельбергу (по терминологии Гермейера эта игра относится к классу Г1 [17; 18]). Активность предпринимателей определяется как $D^*(s) = \max(0; D^{cm})$, где D^{cm} – корень уравнения $(1-t) = \varphi'_D(D)$. Оптимальная налоговая ставка определяется решением задачи (1), в которой поведение предпринимателей определяется их функцией наилучшего отклика $D^*(t)$.

В указанных выше предположениях относительно функции $\varphi(D)$ условие $\varphi'_D(0) < 1$ является достаточным для выполнения неравенств $t^* > 0$ и $D^*(t) > 0$, которые отражают главное условие существования предпринимательского сектора в экономике страны. В [9; 11] эта функция априорно задана как

$$\varphi(D) = \delta \left| \ln \left(1 - \frac{D}{100} \right) \right|, \quad (3)$$

где $\delta > 0$ – параметр, определяющий уровень барьеров активности предпринимателей, вызванных несовершенством системы поддержки предпринимательства, неопределенностями и рисками предпринимательской деятельности.

В таком случае функция наилучшего отклика агента:

$$D^*(t) = \max \left(0; 100 - \frac{\delta}{1-s} \right). \quad (4)$$

Выражение (4) показывает экономический смысл параметра δ , который соответствует уровню нереализованной активности предпринимателей при нулевой налоговой ставке. Совершенствование системы поддержки предпринимателей и дополнительное стимулирование предпринимательской деятельности приводит к снижению значения параметра δ . Решение данной игры с учетом (3) и (4) дает $t^* = 1 - \sqrt{\delta/100}$.

На рисунках 1 и 2 [16] показаны результаты решения игры при $\delta = 15$. Для рассматриваемого примера оптимальная налоговая ставка составляет 0,6; активность предпринимателей (D) – около 60 ед. (или в данном случае 60% от \bar{D}), налоговые сборы обеспечивают 36 ед. (36%), потери, связанные со снижением уровня предпринимательской активности – 25 ед. (85–60). Анализ результатов показывает, что при механизме налогообложения, который строится по принципу игры Г1, возникает эффект «удушения бизнеса» [9].

Подобный эффект может быть устранен путем перехода к схеме игры Г2 [16]. При построении отношений в системе «Государство–Предприниматель» по схеме Г2 центр использует следующее правило выбора уровня налогообложения:



Рис. 1. Зависимость активности предпринимателей от налоговой ставки [16]

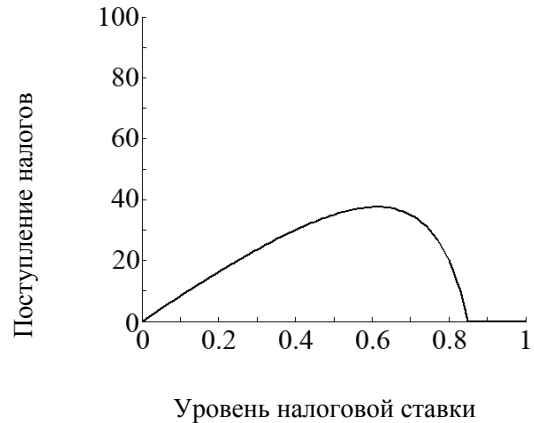


Рис. 2. Зависимость налоговых сборов от налоговой ставки [16]

$$t^* = s(D) = \begin{cases} t_0, & D \geq D_0 \\ t_1(D), & D < D_0 \end{cases}$$

где (t_0, D_0) – согласованные с предпринимателями налоговая ставка и уровень предпринимательской активности.

Показано [8; 17; 18], что игра Г2 обеспечивает центру не худшие результаты, чем игра Г1, однако требует весьма точного определения характеристик проекта, так как решение игры в этом случае очень чувствительно к возможным возмущениям параметров модели. В частности, если центр неточно знает функцию затрат агента или неточно оценивает ожидаемый результат, то малая неточность может приводить к значительным изменениям реализуемых действий. В наших работах эти выводы были проиллюстрированы на примере различных функций затрат агента [16, 19].

Снизить эффект «удушения бизнеса» можно также при использовании схемы фиксированных платежей, но при этом размер фиксированной платы предлагается устанавливать равным ставке налогового сбора, который центр получит решением игры Г1 [20]. В этом случае агент решает задачу:

$$M_{II}(D) = D - \varphi(D) - A \rightarrow \max_{0 \leq D < \bar{D}}, \quad (6)$$

где A – размер фиксированного налога, $A = t^* \cdot D^*(t)$.

Полагая $\delta = \gamma \cdot \bar{D}$, используя функцию затрат вида (3) и зная оптимальную стратегию центра в Г1 ($t^* = 1 - \sqrt{\gamma}$) и функцию наилучшего отклика агента (4), получим $D^*(t^*) = \bar{D}(1 - \sqrt{\gamma})$. Размер фиксированного налога в таком случае $A = \bar{D} \cdot (1 - \sqrt{\gamma})^2$, а активность предпринимателя $D^*(A) = \bar{D}(1 - \gamma)$.

Активность предпринимателя (и его чистая прибыль) при фиксированном налогообложении выше, чем в случае использования стратегий Г1, что следует из $D^*(A) > D^*(t^*)$: $\bar{D}(1 - \gamma) > \bar{D}(1 - \sqrt{\gamma})$ для

всех $\gamma \in (0, 1)$. Для данных модельного примера, рассмотренного выше, при такой схеме налогообложения активность предпринимателей составит 85% при тех же налоговых поступлениях в бюджет (36%), т.е. потери системы в данном случае отсутствуют, что иллюстрируют вывод о том, что взаимодействие при фиксированном налогообложении предпринимательской активности не хуже схемы Г1 как для центра, так и для агента.

Модели налогообложения с учетом возможности уклонения от налогов. Принимая во внимание возможность уклонения предпринимателей от уплаты налогов, представляет интерес модификация базовой модели с учетом этого фактора. Согласно [6], функцию, позволяющую оценить полезность уклонения налогоплательщика от уплаты налога, можно записать как

$$U = (D - t(1 - \gamma)D - k\gamma D)(1 - p) + (D - tD - k\gamma D - f\gamma D)p, \quad (6)$$

где U – полезность уклонения; D – прибыль; t – ставка налога; γ – часть скрываемой прибыли; p – вероятность обнаружения факта уклонения; k – расходы на уклонение от уплаты налогов (комиссионные посредникам и транзакционные издержки, выражаемые в долях единицы); f – штраф.

В результате элементарных преобразований (6) получаем

$$U = D(1 - t - \gamma[t(1 - p(1 + f)) - k]). \quad (7)$$

Согласно [6], повышение уровня налогов приводит к увеличению масштабов уклонения от налогов. Однако пример скандинавских стран показывает, что и при высоких налогах возможен низкий уровень уклонения от их уплаты, что связано с правовой культурой налогоплательщиков. Модифицируем модель (7) с учетом уровня правовой культуры налогоплательщика через параметр μ , соответствующий субъективной для налогоплательщика ценности денег, скрываемых от налогообложения. При $\mu = 0$ ценность теневых денег равна нулю, при $\mu = 1$ моральный запрет на уклонение от налогов у предпринимателей полностью отсутствует. С учетом

данного параметра выражение (6) можно записать как

$$U = (D(1-t)(1-\gamma) - k\gamma D + \gamma\mu D)(1-p) + (D - tD - k\gamma D - f\gamma D)p$$

или

$$U = D(1-t-\gamma[t(1-p(1+f)) - k - (1-\mu)(1-p)]). \quad (8)$$

При $\mu = 1$ выражение (8) в точности соответствует (7).

С учетом (8) базовая модель системы «Государство – Предприниматели» (1), (2) может быть модифицирована:

$$U_I(t, \gamma, D) = Dt(1-\gamma) + D\gamma(1+f)p \rightarrow \max_{t \in [0,1]}; \quad (9)$$

$$U_{II}(t, \gamma, D) = D(1-t-\gamma[t(1-p(1+f)) - k - (1-\mu)(1-p)]) - \varphi(D) \rightarrow \max_{\substack{D \in [0,100] \\ \gamma \in [0,1]}}. \quad (10)$$

Из (10) следует, что при $\mu = 0$ любое уклонение от налогообложения нецелесообразно, а при $t \leq k + (1 - \mu)$ уклонение от уплаты налогов также заведомо невыгодно предпринимателям. При $\gamma = 0$ рассматриваемая модель в точности соответствует базовой.

Рассмотрим решение игры (9), (10) как игры Г1. В качестве стратегии предпринимателей выступает выбор значения предпринимательского дохода D и доли скрываемого дохода γ . Доля скрываемого дохода, в предположении, что p зависит от γ , предлагается определять как $\gamma^* = \max(0; \gamma^{cm})$, где γ^{cm} – корень уравнения $\gamma p'_\gamma + p = \frac{(t-k)-(1-\mu)}{t(1+f)-(1-\mu)}$. Если p

не зависит от γ , то при $t > \frac{k+(1-\mu)(1-p)}{1-p(1+f)}$ следу-

ет равенство $\gamma^* = 1$, иначе $\gamma^* = 0$. Активность предпринимателей определяется согласно выражению $D^*(t) = \max(0; D^{cm})$, где D^{cm} – корень уравнения $(1-t-\gamma[t(1-p(1+f)) - k - (1-\mu)(1-p)]) = \varphi'_D(D)$.

Оптимальная налоговая ставка определяется решением задачи (9), в которой поведение предпринимателей учитывается функцией $D^*(t)$ и значением γ^* .

Для иллюстрации и интерпретации полученного решения рассмотрим функцию $\varphi(D)$ в виде (3) и предположим, что p зависит от γ как

$$p(\gamma) = \min \left\{ h \frac{\gamma^\alpha}{(1+k)} n; 1 \right\}, \text{ где } h - \text{ параметр, учи-}$$

тывающий влияние коррупционных механизмов на изменение вероятности p ; n – показатель эффективности работы налоговой службы. Определим h как

$$h = \frac{p_{\max}(1+k)}{n\gamma_{\max}^\alpha}, \text{ где } p_{\max} - \text{ максимально достижи-}$$

мый уровень вероятности обнаружения факта сокрытия; γ_{\max} – максимальный уровень скрываемого

дохода, при котором вероятность быть обнаруженным равна 1.

При рассматриваемых $\varphi(D)$ и $p(\gamma)$ решения γ^* и $D^*(t)$ имеют вид:

$$\gamma^* = \max \left\{ 0; \left(\frac{(1+k)[(t-k)-(1-\mu)]}{(\alpha+1)n[t(1+f)-(1-\mu)]} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \right\}; \quad (11)$$

$$D^*(t) =$$

$$= \max \left\{ 0, 100 - \frac{\delta}{1-t+\gamma^*[t(1-p^*(1+f))-k-(1-\mu)(1-p^*)]} \right\}, \quad (12)$$

$$\text{где } p^* = \min \left\{ h \frac{\gamma^{*\alpha}}{(1+k)} n; 1 \right\}.$$

Модифицированная математическая модель активности предпринимателей при $\varphi(D)$, задаваемой выражением (3), определяется параметрами $\delta, k, f, \mu, n, \gamma_{\max}, p_{\max}, \alpha$. В силу большого числа параметров, требующих идентификации, практическое применение модели может быть ограничено. Тем не менее использование такой модели может оказаться полезным при анализе поведения предпринимателей в различных экономических условиях.

Имитационные расчеты на основе данной модели показывают, что уклонение от налогообложения приводит к снижению налоговых сборов при повышении уровня налогов и повышению предпринимательской активности при той же налоговой ставке (из-за возможности увеличить доход посредством сокрытия его части от налогообложения). Определено влияние на стратегии участников параметров модели: расходы на уклонение (параметр k); ставка штрафа (f); субъективная ценность денег, скрываемых от налогообложения (μ); эффективность работы налоговой службы (n). При малых значениях k оптимальный уровень налогов самый высокий, а доля дохода предпринимателей самая низкая. Это объясняется тем, что уклонение от уплаты налогов начинается при небольших значениях t , что приводит к значительному повышению оптимальной налоговой ставки. Дальнейшее увеличение k приводит к снижению оптимальной налоговой ставки, понижению налоговых сборов и повышению доли предпринимательского дохода, что объясняется снижением вероятности обнаружения факта уклонения от налогообложения. Последующее повышение k приводит к снижению уровня уклонения от налогообложения, что выражается в повышении налоговых сборов и снижении оптимальной налоговой ставки. Дальнейшее повышение расходов на уклонение ведет к снижению доли скрываемых доходов, повышению оптимальной налоговой ставки и получаемых налогов и снижению доли дохода предпринимателей. При более высоком значении k решения постоянны, так как целесообразность уклонения от

налогов возникает при t , больших, чем оптимальная налоговая ставка.

Повышение f приводит к заметным изменениям лишь до определенного значения, а последующее его повышение не оказывает существенного воздействия ни на налоговые сборы, ни на оптимальную налоговую ставку. Подтверждение этой закономерности отражено в работе [1], где указывается, что на практике существенное повышение ставки штрафа за уклонение от налогообложения не приводит к значительному снижению масштабов уклонения.

При малых значениях μ уклонение от налогообложения нецелесообразно. Дальнейшее повышение μ приводит к увеличению масштабов уклонения и, как следствие, к снижению доли дохода государства. Для предпринимателя повышение μ приводит к незначительному увеличению доли дохода, поскольку оптимальная налоговая ставка увеличивается с ростом μ .

При малых значениях n (низкий уровень государственного контроля) оптимальный уровень налогообложения равен значению налоговой ставки, сверх которой возникает эффект уклонения от налогов. Это вызвано низкой вероятностью обнаружения факта уклонения, при которой повышение уровня налогов приведет к крупным масштабам уклонения от их уплаты. В силу низкого уровня налогов доля предпринимательского дохода велика. Дальнейшее повышение n характеризуется сильным повышением оптимальной налоговой ставки, повышением доли дохода государства и сильным снижением доли дохода предпринимателей. Последующее увеличение n характеризуется снижением оптимальной налоговой ставки, повышением доли дохода государства и снижением доли дохода предпринимателей. При максимальном значении n решения близки к решениям базовой модели.

Имитационные расчеты на основе данной модели позволяют сделать следующие выводы: повышение k , понижение μ , а также повышение n приводят к снижению уровня налогов и выводу экономики из тени; увеличение f выше некоторого значения не приводит к заметным изменениям. Таким образом, для уменьшения масштабов уклонения от уплаты налогов требуется повышение уровня правовой культуры налогоплательщиков и одновременное повышение эффективности работы налоговой системы. Ужесточение штрафных санкций, без сопутствующих мер по снижению уровня теневой экономики, не приводит к существенным результатам.

Базовые модели льготного налогообложения и субсидирования инновационных предпринимателей. Рассмотрим случай, когда базовая ставка налогообложения результатов предпринимательской деятельности установлена и закреплена на законодательном уровне, и государство стремится активизировать инновационную активность предпринимателей, а именно их инвестиции в новые

технологии и НИОКР. Это может быть осуществлено, например, путем снижения базовой ставки налога и/или выделением дополнительных средств предпринимателям из бюджета (субсидий).

Формализуем данную ситуацию в виде иерархической игры двух игроков, в которой государство (центр) определяет долю отчислений (s) от дополнительной прибыли, полученной в результате инновационной предпринимательской активности, а также правила субсидирования ($f(x)$) предпринимателей, осуществляющих инновационную деятельность. Будем считать, что эти правила и величина субсидий зависят от уровня инновационной активности предпринимателя (агента), а именно от объема инвестиций (x) в НИОКР.

В таком случае игра имеет вид:

$$\begin{aligned} M_0 &= s(U(x) - x) - f(x) \rightarrow \max_{s, f(x)} \\ M_1 &= (1 - s)(U(x) - x) + f(x) \rightarrow \max_x \end{aligned} \quad (13)$$

Решение игры зависит от вида функций $U(x)$ (доход от инновационного предпринимательства) и $f(x)$. Во многих исследованиях аргументируется, что для так называемых инкрементальных (или улучшающих) инноваций результат инновационной активности $U(x)$ нелинейно зависит от уровня такой активности, причем здесь действует «закон уменьшающейся отдачи» [21]. Например, при разработке ресурсосберегающих технологий и технологий, снижающих затраты основного производства, снижение таких затрат (cost reduction) зависит от объема инвестиций в НИОКР (R&D investment) следующим образом (рис. 3) [21].

Подобная тенденция $U(x)$ может представляться функциями, для которых $U' > 0$ и $U'' < 0$, например $U(x) = ax^{1/2}$. Для учета неопределенности, связанной с процессом и результатами инновационной деятельности, в модель может быть включена переменная, характеризующая «состояние природы» ξ , например: $U(x) = ax^{1/2}(1 + \xi)$. Если предполагается частичная компенсация затрат на НИОКР, то функция $f(x)$ может рассматриваться, например, как $f(x) = gx$, где g – параметр, определяемый центром. В этом случае игра (13) стандартно решается как игра Штакельберга.

Если центр принимает решение, что компенсация затрат на НИОКР должна быть фиксированной при определенном уровне получаемых результатов, то

$$f(x) = \begin{cases} g_1, & U(x) \geq U_1 \\ 0, & U(x) < U_1 \end{cases},$$

и игра (13) решается как игра Г2 с параметрами оптимизации центра s, g_1, U_1 . Возможно применение и более гибкой системы компенсации затрат на НИОКР, например:

$$f(x) = \begin{cases} g_1 x, & U(x) \geq U_1 \\ 0, & U(x) < U_1 \end{cases}.$$

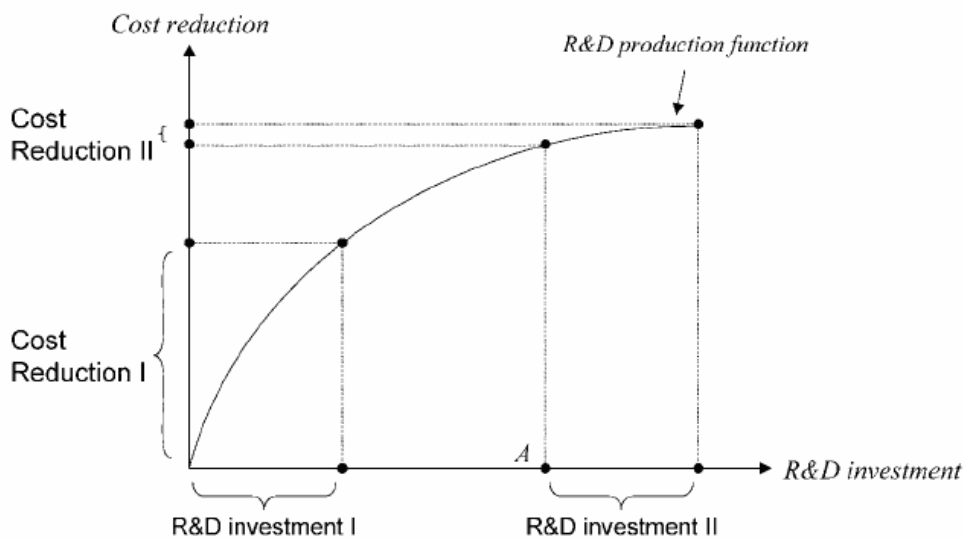


Рис. 3. Эффективность инвестиций в НИОКР [21]

Если ставка налогообложения уже известна и не подлежит изменению, то определяются только оптимальные значения g (в случае Г1) или g_1 , U_1 (в случае Г2). Если центр допускает возможность изменения налоговой ставки, то возможна также оптимизация по s . В этом случае определить оптимальные параметры s и g или s , g_1 , U_1 можно на основе имитационного моделирования. Другой способ заключается в том, чтобы найти функцию наилучшего отклика агента на стратегию центра: $x^* = x(s, g)$, определить оптимальное значение налоговой ставки s^* при предположении отсутствия компенсации затрат на НИОКР ($g = 0$), после чего из условия максимизации доли дохода (прибыли), получаемой центром, и на основе функции наилучшего отклика агента найти оптимальное значение g^* при s^* .

При предположении, что на рынке инновационных технологий работают несколько фирм и их интересы не пересекаются (инвестируется разработка разных и неконкурирующих проектов) и центром определяется одинаковая политика налогообложения и субсидирования в отношении каждой фирмы ($i = 1, \dots, n$), то модель (13), естественно, обобщается как

$$M_0 = \sum_{i=1}^n [s(U_i(x_i) - x_i) - f(x_i)] \rightarrow \max_{s, f(x_i)}; \quad (14)$$

$$M_i = (1-s)(U_i(x_i) - x_i) + f(x_i) \rightarrow \max_{x_i}$$

Динамическая модель стимулирования инновационной предпринимательской активности в условиях конкуренции. Если в некоторой сфере инновационных разработок действуют несколько конкурирующих фирм, то при решении задачи оптимизации инновационной активности следует учитывать, во-первых, фактор конкуренции, а во-

вторых, возможность «переноса» полученных знаний и разработок от одной фирмы к другой. В этом случае у государства есть не только экономические инструменты стимулирования инновационной активности, но и организационно-правовые, связанные с регулированием прав на использование объектов интеллектуальной собственности. Рассмотрим задачу стимулирования инновационной активности государством на основе динамической игры n лиц с учетом накопления и передачи знания (технологий) с использованием ряда предположений, сделанных в работе [22].

Предполагается, что государство (центр) сообщает фирмам (агентам) значения своих стратегических переменных: налоговую ставку (s), правила компенсации затрат на НИОКР ($f(x)$) и режим защиты прав на использование знаний, полученных в ходе НИОКР (объектов интеллектуальной собственности) w . Получив эту информацию, фирмы определяют оптимальный уровень своей инновационной активности (представляемой в данном случае величиной инвестиций в НИОКР).

Допустим, что если уровень инновационной активности i -й фирмы ($i = 1, \dots, n$) составляет x_i , то фирма i получает доход, прямо пропорциональный x_i и обратно пропорциональный уровню суммарной активности всех ее конкурентов. С учетом введенных в предыдущем разделе обозначений и предположений определим прибыль, получаемую фирмой i в игре (14):

$$M_i = U(x_i) \frac{x_i}{\sum_{j=1}^n x_j} - c_i(x_i) + f(x_i),$$

где c_i – затраты фирмы i , связанные с уровнем ее инновационной активности x_i .

При рассмотрении игры (14) в динамике с учетом [22] предположим, что каждая фирма в период времени t выбирает уровень x_i , чтобы максимизировать ожидаемую прибыль в следующий период времени:

$$M_i^e(t+1) = U(x_i(t+1)) \frac{x_i(t+1)}{x_i(t+1) + \sum_{j \neq i} x_j^e(t+1)} - c_i^{t+1}(\cdot),$$

где $x_j^e(t+1)$ – уровень активности, ожидаемый фирмой i от конкурирующей фирмы j в период $(t+1)$. Будем считать, что затраты каждой компании линейно зависят от выбранного уровня инновационной активности $x_i(t+1)$ и обратно пропорциональны знанию, накопленному за период t , $z_i(t)$:

$$c_i^{t+1}(x_i(t+1), z_i(t)) = \frac{x_i(t+1)}{1 + \lambda_i z_i(t)},$$

где параметры $\lambda_i \geq 0$ характеризуют эффективность использования накопленных знаний и соответствующих технологий, уменьшающих затраты на разработку последующих инноваций.

Знания, получаемые фирмой i за период t , определяются в [22] как

$$X_i(t) = x_i(t) + \sum_{j \neq i} \mathcal{G}_{ij}(w) x_j(t),$$

где параметры $\mathcal{G}_{ij} \in [0, 1]$ отражают «утечку знаний» от фирмы j к фирме i . Если $\mathcal{G}_{ij} = 1$, то знания, полученные фирмой j в результате ее инновационной активности, становятся полностью доступными фирме i . Другой предельный случай, $\mathcal{G}_{ij} = 0$, соответствует невозможности переноса знаний и техно-

логий от фирмы j к фирме i ($\mathcal{G}_{ij} = 0$ для всех $i \neq j$ соответствует невозможности диффузии знаний). Очевидно, что \mathcal{G}_{ij} зависят в определенной степени от режима защиты интеллектуальной собственности, определяемой государством, который в данной модели характеризуется параметром w .

Предположим, что знания накапливаются с течением времени, т.е. предполагается, что фирма i извлекает пользу не только от знаний, полученных в период t , но и от знаний, полученных в прошлые периоды:

$$z_i(t) = x_i(t) + \sum_{j \neq i} \mathcal{G}_{ij} x_j(t) + \rho z_i(t-1),$$

где параметр ρ характеризует скорость «устаревания» знаний. После идентификации всех параметров модели для рассматриваемой игры может быть найдено численное решение.

Причем критерием оптимизации при решении данной игры для государства может являться как суммарная доля прибыли, получаемой инновационными фирмами в период $t+1$, так и суммарный объем получаемых знаний в будущие периоды времени.

Предложенные в статье модели могут использоваться как по отдельности, так и совместно в составе более сложных моделей (в зависимости от конкретных экономических условий и возможности идентификации включенных параметров) для принятия решений в области оптимизации государственной и региональной политики поддержки и стимулирования инновационного предпринимательства.

Библиографический список

1. РосБизнесКонсалтинг. – <http://top.rbc.ru/economics/18/02/2008/142463.shtml>.
2. Труд. – 2009. – №087 (www.trud.ru/nomer/2009_087)
3. Новости NewsRU. – <http://www.newsru.com/finance/18may2009/smallbusiness.html>.
4. Банки.ру: Информационный портал. – <http://www.banki.ru/news/lenta/?id=2253361>.
5. УралБизнесКонсалтинг. – 2010. – 17 сент. (urbc.ru).
6. Вишневецкий В., Веткин А. Уклонение от уплаты налогов и рациональный выбор налогоплательщика // Вопросы экономики. – 2004. – №2.
7. Мовшович С.М. Игровая модель выбора стратегии налоговой инспекции // Экономика и математические методы. – 2003. – Т. 39, №2.
8. Новиков Д.А., Иващенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. – М., 2006.
9. Оскорбин Н.М. Исследование систем управления: конспект лекций. – Барнаул, 2008.
10. Цуриков В.И. Модель рационального поведения налогоплательщика // Экономика и математические методы. – 2007. – Т. 43, №2.
11. Cantner U. and Kuhn T. Optimal regulation of technical progress in natural monopolies with asymmetric information // Rev. Econ. Design. – 1999. – V. 4.
12. Chusseau N. and Hellier J. Social policies and R&D subsidies // International Journal of Manpower. – 2008. – Vol. 29, №3.
13. Haruyama T. and Itaya J. Do Distortionary Taxes Always Harm Growth? // Journal of Economics. – 2006. – Vol. 87, №2.
14. Inci E. R&D tax incentives: a reappraisal // Int Tax Public Finance. – 2009. – V. 16.
15. Sener F. R&D policies, endogenous growth and scale effects // Journal of Economic Dynamics & Control. – 2008. – V. 32.
16. Денисенко В.В., Оскорбин Н.М. Сравнение стратегий Г1 и Г2 в игре «Государство–Предприниматели» // Известия АлтГУ. – 2010. – №1(65).
17. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. – М., 1976.
18. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. – М., 2002.

19. Дубина И.Н., Оскорбин Н.М. Моделирование поведения субъектов инновационной деятельности при различных схемах стимулирования // Вестник Новосибирского гос. ун-та. Сер.: Социально-экономические науки. – 2010. – Т. 10, вып. 4.

20. Дзюина Г.М. Разработка организационно-экономической модели взаимодействия инновационных фирм

и крупных научных центров: дис. ... канд. экон. наук. – Барнаул, 2004.

21. Cellini R. (Ed.) Economics of Innovation. – 2008.

22. Bischi G.-I., Lamantia F.A. Competition game with knowledge accumulation and spillovers // International Game Theory Review. – 2004. – Vol. 6, №3.