

Д. И. Беляков¹

младший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д. И. Менделеева (Санкт-Петербург)

МОДЕЛЬ ИННОВАЦИОННОГО РОСТА НА ОСНОВЕ НИОКР

Введение

Задача инновационного развития экономики страны является одной из актуальнейших задач практически для любой страны мира. Эта проблема является животрепещущей и для Российской Федерации. Существуют экономические теории, моделирующие процесс получения инноваций и позволяющие анализировать факторы, оказывающие значимое влияние на инновационное развитие страны.

Одной из подобных моделей является модель роста через созидательные разрушения Ф. Агийона и П. Ховитта (Aghion, Howitt, 1992). В модели участвуют три класса работников (неквалифицированные работники, квалифицированные работники и специализированные работники) и множество фирм, производящих какой-то продукт. Любая фирма может захватить монопольную власть на рынке, если сможет применить в своем производстве инновационное новшество. Однако фирма, захватившая монопольную власть, не может оценить длительность своей монополии на рынке, поскольку в любой момент времени может появиться более совершенная инновация. Устаревшие инновации при этом становятся общедоступными. На основе модели авторы пришли к выводу, что принципиальными условиями появления в стране инновационного производства являются наличие конкуренции в стране, наличие достаточного уровня образования (бакалаврского уровня для догоняющей страны и постбакалаврского уровня для лидирующей страны) и макроэкономическая политика, направленная на укрепление патентного права. На наш взгляд, модель многое теряет из-за отсутствия внешних эффектов. Инновации приходят непосредственно из фирмы, заинтересованной в получении монопольной власти. Неясна роль исследовательских институтов. На наш взгляд, именно они должны являться источниками инноваций. Кроме того, непонятно, почему общий уровень технологического развития никак не сказывается на инновационной способности страны.

Инновационному развитию страны посвящена статья В. М. Полтеровича (Полтерович, 2009), в которой рассматриваются проблемы формирования национальной инновационной системы; объектом изучения исследователя является Российская Федерация. Предпосылки работы схожи с выводами Ф. Агийона и П. Ховитта, так как в работе также говорится о том, что на начальной стадии инновационная политика должна предусматривать создание механиз-

¹ Эл. адрес: denis_mail@bk.ru

мов, позволяющих наращивать абсорбционную способность страны, а по мере приближения к мировой «технологической границе» следует постепенно вводить институты собственного инновационного развития. Для реализации подобной политики автор предлагает использовать методы интерактивного планирования. В качестве основного подхода к формированию национальной инновационной системы исследователь предлагает ориентироваться на эволюционный подход, заимствования технологий, строительство кластеров китайско-индийского типа, постепенное переоснащение производства. Основным игроком на первой стадии должны стать большие фирмы; по мере приближения к технологической границе будет усиливаться роль малого бизнеса. Мы согласны с большинством заключений В. М. Полтеровича, но существенным недостатком работы, на наш взгляд, является отсутствие единой центральной модели.

В. Д. Матвеев и А. С. Нестеров в своей работе (Матвеев, Нестеров, 2009) моделируют поведение основных участников сектора НИОКР: фирм-разработчиков, квалифицированных работников, государственного регулятора. В статье приводится сравнение секторов НИОКР в странах мира, излагается история развития российского сектора инноваций. Для численной оценки влияния инноваций на экономический рост в статье взята модифицированная модель Солоу, зависящая от параметров сектора НИОКР. В результате получено, что доля факторов, объясняющих работу НИОКР, в 2004 г. изменилась по сравнению с аналогичными показателями 1985 г. Кроме того, в исследовании эконометрически было доказано, что работа сектора НИОКР отличается от работы других секторов и от экономики в целом. Авторы объясняют это тем, что количество сотрудников НИОКР определяется уровнем населения страны, а валовые инвестиции в сектор сильно зависят от ВВП страны. Также авторы приходят к выводу, что в рамках модели авторские гонорары и лицензионные выплаты в итоговой спецификации являются хорошим способом оценивания вклада инноваций в экономический рост. Статья посвящена сектору НИОКР, в ней нет агрегированной модели связи развития НИОКР с экономическим ростом страны.

Американский исследователь Тимоти Брекнахан в своей работе (Bresnahan, 1986) анализирует ситуацию, сложившуюся на автомобильном рынке США в 1954—1957 гг. Некоторые свойства рынка тех времен дают основания предполагать наличие неконкурентных отношений между производителями. В своей модели Брекнахан разделяет спрос на продукцию и процесс производства продукции. Для своего анализа Брекнахан использует модель краткосрочного равновесия в индустрии с дифференцируемой продукцией. С помощью нее получается система уравнений, выражающих спрос потребителей на товары, различающиеся по качеству. Для того чтобы выразить поведение производителей, в работе используются различия в поведении производителей при сговоре и конкуренции по Нэшу. Так, при сговоре производители стремятся максимизировать общую прибыль, в то время как при конкуренции по Нэшу каждый производитель максимизирует прибыль, принимая цены конкурентов как заданные.

В своей работе Брекнахан не исследует технологический уровень производителей. Однако он предлагает комплексный подход к оценке ситуации на рынке с дифференцированной по качеству продукции. Но с другой стороны, дифференциация продукции по качеству напрямую зависит от технологического уровня производителей. Учитывая вышеописанное, можно предположить, что модифицированный подход Брекнахана может быть полезен при исследовании технологического развития.

Модель инновационного роста на основе НИОКР

В данной работе исследуется модель, описывающая процесс достижения инноваций, и то, как взаимосвязаны инновации и основные экономические параметры страны. В модифицированных версиях модели существует косвенное разделение на инновации и имитации.

Следует пояснить, как в модифицированной версии модели учитываются имитации и инновации. Имитации — это заимствования нужной технологии от сторонней фирмы либо улучшения производственной функции фирмы, не меняющие ее форму. Имитации можно делать, будучи технологически отстающим участником процесса. Инновациями в модели являются принципиальные нововведения. Имитации и инновации различаются в модели тем, что темп роста технологического процесса в модели прямо пропорционален расстоянию до технологического фронта. При достижении технологического фронта возможность делать имитацию исчезает, и технологическое развитие начинает напрямую зависеть от оригинальных исследований.

В модели присутствуют внешние эффекты. Своей исследовательской и образовательной деятельностью научно-исследовательский корпус поднимает уровень развития страны в целом, а не какой-то отдельной фирмы. Принимать или не принимать технологический уровень, который предлагает научно-исследовательский корпус, — это вопрос, решаемый производственной фирмой. Механизм здесь следующий: научно-технологический уровень развития страны выражается численным количеством научно-исследовательского корпуса. Научно-технологические знания, принимаемые производственной фирмой, выражаются численным количеством квалифицированных работников фирмы.

Дадим описание модели. Пусть в стране существует некоторая агрегированная фирма. Время дискретное. Фирма производит один товар, который является единственным продуктом потребления в стране. Фирма способна улучшать свою производственную функцию путем увеличения коэффициента \tilde{A}_i , отражающего общий уровень прогресса. Фирма испытывает конкуренцию со стороны внешних фирм. Научно-техническое состояние самой технологически развитой внешней фирмы принимается за максимальное в текущий период времени, т. е. научно-техническое состояние наиболее развитой внешней фирмы — технологическая граница A в текущий момент времени i .

Все присутствующие в экономике фирмы производят один вид товара. Однако товары, произведенные фирмами, различаются по качеству. Под качеством в модели понимается не долговечность продукции, а набор характеристик, отражающих преимущества и недостатки модели. Если, например, рассмотреть автомобильный рынок, то качество как долговечность деградирует по времени, но качество как *набор характеристик* неизменно растет. При этом даже при происходящем сейчас на автомобильном рынке процессе глобализации качество представленной продукции достаточно четко дифференцируется.

В экономике существует три типа работников: квалифицированные работники, неквалифицированные работники, научные работники. Их численность составляет соответственно N_C , N_{UC} , N_{SC} . Неквалифицированные работники занимаются производством продукта фирмы согласно производственной функции в данный момент времени. Квалифицированные работники занимаются передачей технологического уровня от научно-исследовательского корпуса к производственной фирме. Технологический уровень, который способна принять фирма в текущий момент времени i , равен

$$\tilde{A}_i = N_{C_i}.$$

Фирма нанимает столько квалифицированных работников, сколько необходимо для поддержания нужного технологического уровня. С помощью определенного технологического уровня фирма производит продукцию определенного качества. Таким образом, фирме необходимо поддерживать технологический уровень для того, чтобы иметь возможность обеспечивать на рынке спрос на продукцию определенного качества. Фирма принимает решение повысить или понизить свой технологический уровень в том случае, если она принимает решение производить продукцию высшего или низшего качества.

Научные работники занимаются улучшением среднего технологического уровня страны \bar{A}_i в каждый период времени. Логично предположить, что численность научных работников является определяющим фактором научно-технического уровня страны: $\bar{A}_i = N_{SC1}$.

Научно-технологический уровень страны в текущий момент времени i ограничивает технологический уровень, который способна принять фирма в момент времени i : $\tilde{A}_i \leq \bar{A}_i$.

Последнее утверждение требует обсуждения. Казалось бы, фирма может получать знания из-за рубежа. В таком случае технологический уровень страны должен быть ограничен мировым научно-техническим уровнем. Однако следует понимать, что научно-технологический уровень, о котором идет речь, — это не уровень фундаментальной науки, который открыт для сторонних исследователей, а технические модели производства конкретных зарубежных фирм и исследовательских организаций, у которых нет стимула раскрывать даже устаревшую информацию. Процессы информации в виде промышленного шпионажа или закупки производственных мощностей не рассматриваются в модели как разовые и несистемные.

Деятельность научно-исследовательского корпуса финансируется из собранных налогов. При этом не вся сумма налога приходится на их зарплату: $w_{SC}N_{SC} = (1 - k)qt$. Параметр k является коэффициентом искажения налоговых платежей, он отражает уровень коррупции в стране. Обоснованием введения параметра k может служить, например, работа (Jones, Tandom, Vogelsang, 1990), в которой утверждается, что по информационным причинам налоги почти всегда искажают ситуацию и создают чистые потери, которые оцениваются примерно как 30% дохода от налога в развитых странах и гораздо больше — в развивающихся. Параметр k считается в модели постоянной величиной.

Общее количество квалифицированных и научных работников в стране считается постоянным. В модели считается, что квалифицированные и научные работники могут свободно переходить из одной категории в другую. Как осуществляется этот переход? В модели предполагается, что необходимым условием перехода будут равенства средних зарплат в секторах. Иначе говоря, в случае если, например, средняя заработная плата научных работников будет выше, квалифицированные работники будут переходить в научный корпус до тех пор, пока средние заработные платы не сравняются. Таким образом, условие равновесия на рынке труда квалифицированных и научных работников имеет вид:

$$w_C = w_{SC} = \frac{(1 - k)qt}{N_{SC}}.$$

Следует заметить, что подобный механизм отражает рыночные условия. Если внутренняя фирма принимает решение повысить свой технологический уровень и начинает принимать на работу большое количество квалифицированных работников, то количество научных работников уменьшается, что повышает заработную плату оставшихся. Это, в свою очередь, поднимает заработную плату квалифицированных работников, трудоустроенных во внутренней фирме.

Задача фирмы состоит в получении некоторой необходимой доходности. Как правило, в моделях роста основной целью производителя считается максимизация прибыли. Однако зачастую в больших корпорациях полномочия по управлению активами передаются наемным финансовым менеджерам, которые, в отличие от собственников, не готовы рисковать и добиваться максимальной прибыли, а просто стремятся получить какую-то приемлемую доходность от проекта. Это явление в финансовом менеджменте принято называть «агентской проблемой». При планировании инвестиционного проекта, которым, в частности, является и желание заниматься инновациями, менеджер оценивает эффективность проекта с помощью внутренней нормы доходности (*IRR*) проекта, ставки дисконтирования проекта, чистой приведенной стоимости проекта (*Net Present Value, NPV*).

В качестве метода оценки перспективности проекта можно использовать, например, скорректированную чистую приведенную стоимость проекта:

$$NPV = \sum_{k=1}^N \frac{(P_j - w_r z - w_t^s) \phi(c_{jt})}{i^k (1 + r + \phi)} - \ln v.$$

Однако для более общей оценки можно использовать текущие доходности проекта. При этом подходе предполагается, что цель менеджеров, управляющих проектом, — ежегодно добиваться доходности не ниже какой-то определенной доходности, например, процентной ставки в стране или средней доходности по всем филиалам внешней фирмы (предполагается, что внешняя фирма работает на рынке разных стран). Таким образом, целью фирмы *j* в момент времени *i* будет

$$\frac{p_{ij} q_{ij} - q_{ij} t_{ij}}{w_{cij} N_{cij} + w_{ucij} N_{ucij} + \tilde{N}(q_{ij})} \geq r,$$

где p_{ij} , q_{ij} — соответственно цена и количество товара фирмы *j* в *i*-й год; w_{cij} , w_{ucij} — соответственно заработные платы квалифицированных и неквалифицированных работников внешней страны; t_{ij} — налоговая ставка на единицу товара страны *j*.

Заметим, что целью фирм является одинаковая доходность *r*. Дело в том, что в модели предполагается существование инвесторов, имеющих возможность вкладываться в производство в любой стране. Если заявленная доходность одной фирмы превышает заявленную доходность другой фирмы, то инвесторы вкладываются в более доходный проект. Вторая фирма, стремясь вернуть инвесторов, начинает поднимать заявленную доходность. При этом, поскольку решение в фирме принимается менеджерами, не желающими рисковать, ресурс у фирмы есть. Таким образом, доходность фирм сравнивается.

В экономике единственным товаром потребления является продукт, произведенный внутренней фирмой или аналогичной внешней фирмой. Потребителями товара являются жители страны. Следовательно, суммарное потребление товара в денежном эквиваленте не может превышать $(1 - s)(w_c N_c + w_{uc} N_{uc} + w_{sc} N_{sc})$. Таким образом, ограничение на потребление в момент времени *i* выглядит следующим образом:

$$(1 - s)(w_{cih} N_{cih} + w_{ucih} N_{ucih} + w_{scih} N_{scih}) \geq \sum_j p_{ij} q_{ij},$$

где *s* — норма сбережения в стране; *h* — номер «внутренней» фирмы страны.

Фирма определяет размер заработной платы неквалифицированных работников, количество неквалифицированных работников и количество производимого товара. На первый взгляд может показаться, что заработные платы неквалифицированных работников не имеют никакого рыночного регулирования.

Однако это не так. Фирме для производства определенного количества товара необходимо определенное количество неквалифицированных работников. Это количество может не совпасть с количеством неквалифицированных работников в стране. Если неквалифицированных работников в стране больше, чем нужно, то фирма, вынужденная трудоустроить всех неквалифицированных работников, сокращает рабочий день и поэтому уменьшает зарплату. Если работников меньше, чем нужно для производства товара, фирма увеличивает рабочий день и заработную плату.

Производство товара ведется согласно производственной функции с продуктодобавляющим научно-техническим прогрессом:

$$q_i = F(A_i, K_i, N_{UC}) = A_i F(K_i, N_{UC}).$$

Пусть, например, производственная функция является функцией Кобба — Дугласа. Тогда

$$q_i = A_i K_i^{1-\lambda} N_{UC}^\lambda,$$

где A_i , K_i , N_{UC} , λ — соответственно технологический коэффициент, капитал, необходимый для производства, труд неквалифицированных работников и коэффициент эластичности за текущий период.

Фирма выбирает количество неквалифицированных работников с целью максимизировать разницу между доходом от производства q_i единиц товара и затраты на оплату труда неквалифицированных работников:

$$p q_i - w_{NUC} N_{UC} \rightarrow \max.$$

Для решения оптимизационной задачи продифференцируем выражение по необходимому количеству неквалифицированных работников N_{UC} :

$$\frac{\partial(p q_i)}{\partial N_{UC}} - w_{NUC} = 0.$$

Цена на продукт является функцией от отношения качества соседних продуктов и предельных издержек на производство товара. Следовательно, выражение может быть переписано:

$$\begin{aligned} p \frac{\partial q_i}{\partial N_{UC}} - w_{NUC} &= 0, \\ p \frac{\partial(A_i K_i^{1-\lambda} N_{UC}^\lambda)}{\partial N_{UC}} - w_{NUC} &= 0, \\ p A_i K_i^{1-\lambda} \lambda N_{UC}^{1-\lambda} - w_{NUC} &= 0, \\ w_{NUC} &= p A_i K_i^{1-\lambda} \lambda N_{UC}^{1-\lambda}. \end{aligned}$$

Таким образом, затраты производителя на заработную плату необходимого количества неквалифицированных работников равны:

$$w_{NUC} N_{UC} = p A_i K_i^{1-\lambda} \lambda N_{UC}^{1-\lambda} N_{UC} = p A_i K_i^{1-\lambda} \lambda N_{UC}^\lambda = p \lambda q_i.$$

Если количество неквалифицированных работников в стране равно необходимому количеству для производства q_i продукта, то работники будут получать равновесную заработную плату w_{NUC} . В случае если в стране иной объем неквалифицированного труда, то заработная плата неквалифицированного работника будет равна

$$w_{UC} = \frac{N_{NUC}}{N_{UC}} w_{NUC} = \frac{\lambda p q_i}{N_{UC}}.$$

Рынок труда неквалифицированных работников не является неконкурентным. Неквалифицированный работник не может найти аналогичную работу у конкурентов, так как в модели предполагается, что в стране существует только одна производственная фирма.

Если в стране $N_{NUC} = N_{UC}$, то неквалифицированные рабочие получают равновесную ставку заработной платы:

$$w_{NUC} = \frac{\lambda p q}{N_{NUC}}.$$

Если неквалифицированных работников меньше, чем требуется: $N_{NUC} < N_{UC}$, то они получают заработную плату меньше равновесной ставки:

$$w_{NUC} < \frac{\lambda p q}{N_{NUC}}.$$

Заметим, что при любом количестве неквалифицированных работников в стране затраты производителя на неквалифицированный труд постоянны:

$$w_{UC} N_{UC} = \frac{N_{NUC}}{N_{UC}} w_{NUC} N_{UC} = N_{NUC} w_{NUC} = \lambda p q.$$

Стоит отметить, что заработные платы образованных (научных и квалифицированных) и неквалифицированных работников не связаны между собой. Заработная плата образованных работников зависит от объема производства, налоговой ставки, численности научных работников и коэффициента искажения налоговых платежей. Заработная плата неквалифицированных работников зависит от их численности, капиталовооруженности, научно-технологического процесса. Таким образом, при различных значениях участвующих параметров заработная плата образованных работников может быть и больше, и меньше, чем у неквалифицированных работников.

Найдем условия, при которых заработная плата квалифицированных работников в момент времени i будет меньше заработной платы неквалифицированных работников:

$$\begin{aligned} w_{C_i} &< w_{UC_i}; \\ \frac{(1-k)q_i t}{N_{SC_i}} &< \frac{\lambda p_i q_i}{N_{UC_i}}; \\ \frac{(1-k)t}{N_{SC_i}} &< \frac{\lambda p_i}{N_{UC_i}}. \end{aligned}$$

Как видно из последней формулы, вероятность того, что заработная плата неквалифицированных работников будет больше заработной платы квалифицированных работников, увеличивают большая численность исследовательского корпуса, маленькая налоговая ставка и растущая коррупция. Кроме того, рост количества неквалифицированных работников, снижение стоимости производимого продукта и уменьшение коэффициента эластичности уменьшают такую возможность.

В качестве основной модели, используемой для анализа спроса, будет использоваться модель краткосрочного равновесия в отрасли с дифференцируемой продукцией (Веснаһан). Согласно модели краткосрочного равновесия спрос на продукцию фирмы со средним уровнем качества (не максимальным и не минимальным) равняется

$$q_i = \delta \left[\frac{P_j - P_i}{x_j - x_i} - \frac{P_i - P_h}{x_i - x_h} \right].$$

Из логики модели очевидно, что чем ближе будет качество соседних товаров, тем цена на продукцию будет ближе к предельным издержкам.

Если уровень производства q_i при цене p_i позволяет фирме получать доходность r , фирма не будет стремиться значительно улучшать свой научно-производственный уровень. В этой ситуации фирма будет озабочена только тем, чтобы оставаться на текущем месте качества продукции.

Условие инновационной активности фирмы

Следующим шагом будет получение из модели условия занятия фирмы инновационным развитием. Фирма будет развиваться инновационным путем, если внешние факторы окажутся такими, что фирма не сможет получить доходность r . То есть

$$\frac{p_{ij}q_{ij} - q_{ij}t_{ij}}{w_{cij}N_{cij} + w_{ucij}N_{ucij} + \tilde{N}(q_{ij})} < r.$$

Учитывая ранее полученные выводы, условие может быть преобразовано как

$$\frac{p_{ij}q_{ij} - q_{ij}t_{ij}}{(1-k)q_{ij}t_{ij} \frac{w_{cij}N_{cij} + \lambda p_{ij}q_{ij} + mc(x_{ij})q_{ij}}{N_{scij}}} < r$$

или

$$\begin{aligned} \frac{p_{ij} - t_{ij}}{(1-k)t_{ij} \frac{N_{cij} + \lambda p_{ij} + mc(x_{ij})}{N_{scij}}} &< r, \\ p_{ij} - t_{ij} &< r \left[\frac{(1-k)t_{ij}}{N_{scij}} N_{cij} + \lambda p_{ij} + mc(x_{ij}) \right], \\ p_{ij} - t_{ij} &< r \frac{(1-k)t_{ij}}{N_{scij}} N_{cij} + r\lambda p_{ij} + rmc(x_{ij}), \\ p_{ij} - r\lambda p_{ij} &< r \frac{(1-k)t_{ij}}{N_{scij}} N_{cij} + t_{ij} + rmc(x_{ij}), \\ p_{ij} &< r \frac{(1-k)t_{ij}}{N_{scij}(1-r\lambda)} N_{cij} + \frac{t_{ij}}{1-r\lambda} + \frac{rmc(x_{ij})}{1-r\lambda}, \\ p_{ij} &< \frac{(1-k)N_{cij}r + N_{scij}}{N_{scij}(1-r\lambda)} t_{ij} + \frac{rmc(x_{ij})}{1-r\lambda}. \end{aligned}$$

То есть если параметры экономики будут такими, что цена будет меньше величины, находящейся в правой части неравенства, фирма вынуждена будет заниматься инновационной деятельностью с целью занять на рынке нишу более качественного товара.

Цены, как уже упоминалось раньше, зависят от отношения качества соседних продуктов и предельных издержек на производство товара. Чем ближе каче-

ство следующего по качеству товара к цене рассматриваемого товара, тем ближе цена рассматриваемого товара к предельным издержкам. В случае если качество следующего товара приблизительно равно качеству рассматриваемого товара, то цена на оба товара приблизительно равна предельным издержкам на производство рассматриваемого товара. То есть цену на товар i можно определить как

$$p_i = \frac{x_i}{x_{i-1}} mc(x_i),$$

где x_i, x_{i-1} — качество товара i и $(i - 1)$ соответственно; $mc(x_i)$ — предельные издержки на производство товара i .

Предельные издержки, согласно (Bresnahan), можно принять равными

$$mc(x_i) = \mu e^{x_i}.$$

В таком случае цена на товар i равна

$$p_i = \frac{x_i}{x_{i-1}} \mu e^{x_i}.$$

Учитывая все вышесказанное, условие занятия фирмы инновационной деятельностью имеет вид

$$\frac{x_{ij}}{x_{i-1j}} \mu e^{x_{ij}} < \frac{(1 - k)N_{cij}t_{ij}r + N_{scij}t_{ij} + rmc(x_{ij})N_{scij}}{N_{scij}(1 - r\lambda)},$$

$$x_{i-1j} > \frac{x_{ij}N_{scij}(1 - r\lambda)}{(1 - k)N_{cij}t_{ij}r + N_{scij}t_{ij} + rmc(x_{ij})N_{scij}} \mu e^{x_{ij}}.$$

Но, согласно предположениям модели, для того чтобы в момент времени j поддерживать качество уровня x_{ij} , фирма должна иметь технологический уровень A_{ij} . То есть в фирме должно работать N_{Cij} квалифицированных работников, при условии что в момент времени j количество научных работников в стране должно быть больше или равно количеству квалифицированных работников:

$$N_{Cij} \leq N_{SCij}.$$

Следовательно, условие занятия фирмы инновациями можно переписать как

$$N_{C_{i-1j}} > \frac{N_{Cij}N_{SCij}(1 - r\lambda)}{(1 - k)N_{Cij}t_{ij}r + N_{SCij}t_{ij} + r\mu e^{N_{Cij}N_{SCij}}} \mu e^{N_{Cij}}.$$

Таким образом, если количество квалифицированных работников в фирме, производящей следующий по качеству товар, больше величины, находящейся в правой части неравенства, то рассматриваемой фирме становится невыгодным занимаемое положение и она принимает решение заниматься инновациями.

Если провести качественный анализ получившегося условия, то можно заметить, что рост налоговой нагрузки на фирму увеличивает ее заинтересованность в инновациях, в то время как рост коррупции уменьшает вероятность того, что фирма будет заниматься технологическим развитием.

Последние утверждения достаточно логичны. Рост налоговой нагрузки на фирму уменьшает ее оперативную прибыль, что является стимулом к поиску путей увеличения прибыли. Технологическое развитие увеличивает разницу качества товара фирмы и следующего по качеству товара, что отодвигает цену товара фирмы дальше от предельных издержек на производство товара. Это, в свою очередь, за счет увеличения цены повышает оперативную прибыль фирмы.

Рост коррупции согласно формуле $w_{SC} = \frac{(1-k)qt}{N_{SC}}$ уменьшает заработную плату научных работников, что, в свою очередь, уменьшает заработную плату квалифицированных работников. Это уменьшает издержки фирмы на заработную плату квалифицированных работников и поднимает доходность фирмы.

Стационарная стратегия фирмы

Какую стратегию выберет фирма, которую устраивает ее положение на рынке? Если основываться на логике «агентской проблемы», описанной выше, управляющие кадры фирмы примут решение поддерживать доходность на том же уровне. То есть их можно формализовать как:

$$\frac{p_{ij}q_{ij} - q_{ij}t}{\frac{(1-k)q_{ij}t}{N_{scij}} N_{cij} + \lambda p_{ij}q_{ij} + mc(x_{ij})q_{ij}} = \text{const.}$$

Как видно из формулы, объем продаваемой продукции никак не влияет на стратегические решения менеджеров:

$$\frac{q_{ij}(p_{ij} - t)}{q_{ij} \left(\frac{(1-k)t}{N_{scij}} N_{cij} + \lambda p_{ij} + mc(x_{ij}) \right)} = \text{const,}$$

$$r(x_{ij}) = \frac{p_{ij} - t}{\frac{(1-k)t}{N_{scij}} N_{cij} + \lambda p_{ij} + mc(x_{ij})} = \text{const.}$$

Но логично предположить, что в конкурентной экономике (в случае отсутствия монопольной ренты) налоговая ставка прямо пропорциональна цене товара: $t = \tau p$. Это связано с тем, что налог считается от полученной прибыли. В то же время, поскольку по причине «агентской проблемы» ставка доходности фирмы жестко закреплена, налоговая ставка также будет фиксированной:

$$r(x_{ij}) = \frac{(1-\tau)p_{ij}}{\frac{(1-k)\tau p_{ij}}{N-x_{ij}} x_{ij} + \lambda p_{ij} + mc(x_{ij})} = \text{const,}$$

$$r(x_{ij}) = \frac{1-\tau}{\frac{(1-k)\tau}{N-x_{ij}} x_{ij} + \lambda + \frac{mc(x_{ij})}{p_{ij}}} = \text{const,}$$

$$r(x_{ij}) = \frac{1-\tau}{\frac{(1-k)\tau}{N-x_{ij}} x_{ij} + \lambda + \frac{x_{i-1j}}{x_{ij}}} = \text{const.}$$

Поскольку налоговая ставка τ — постоянная величина, постоянным должен быть знаменатель дроби: $\frac{(1-k)\tau}{N-x_{ij}} x_{ij} + \lambda + \frac{x_{i-1j}}{x_{ij}} = \text{const.}$

Из переменных, описанных в данной формуле, коэффициент эластичности функции Кобба — Дугласа и коэффициент искажения платежей — постоянные

величины; цена продукта и предельные издержки фирмы зависят от качества продукта и качества следующего продукта. То есть фактически фирма может определять только качество своего продукта.

Доходность фирмы будет постоянной, если производная знаменателя функции $r(x_i)$ будет равна нулю:

$$\left[\frac{(1-k)\tau}{N-x_{ij}} + \lambda + \frac{x_{i-1j}}{x_{ij}} \right]' = \frac{(1-k)\tau N}{(N-x_{ij})^2} - \frac{x_{i-1j}}{x_{ij}^2} = 0,$$

$$\frac{(1-k)\tau N}{(N-x_{ij})^2} = \frac{x_{i-1j}}{x_{ij}^2},$$

$$x_{ij} = \frac{N}{1 + \sqrt{\frac{(1-k)N\tau}{x_{i-1j}}}}.$$

То есть, чтобы поддерживать свою прибыль на уровне прежней доходности, менеджеры компании будут улучшать технологическое качество своей продукции согласно последней формуле.

Заключение

В статье была представлена модель инновационного роста на основе НИОКР, описывающая процесс достижения инноваций, и описана взаимосвязь инноваций с основными экономическими параметрами страны.

С помощью модели были получены условия инновационной активности фирмы; технологический уровень, избираемый фирмой, которую устраивает ее положение на рынке; был проведен сравнительный анализ заработных плат квалифицированных и неквалифицированных работников.

В дальнейшем планируется расширение описанной базовой модели путем введения в модель предположения о том, что квалифицированные работники также могут получать инновации (а не просто приносить их в производственный процесс), и создания, таким образом, конкурирующих институтов достижения инноваций.

Источники

Матвеев В. Д., Нестеров А. С. Моделирование инновационной деятельности и экономического роста (случай России) // Экономико-математические исследования. Математические модели и информационные технологии. 2009. № 7. С. 70—105.

Полтерович В. М. Проблема формирования национальной инновационной системы // Экономика и математические методы. 2009. № 2. С. 3—18.

Aghion P., Howitt P. A model of growth through creative destruction // *Econometrica*. 1992. Vol. 60. N 2. March. P. 323—351.

Bresnahan T. F. Competition and Collusion in the American Automobile Industry: the 1955 Price War // *The Journal of Industrial Economics*. 1987. Vol. 34. June.