

МАТЕРИАЛЬНОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ КОНКУРИРУЮЩИХ ИННОВАТОРОВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ТЕМПЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Жабицкая Е.И.

В модель эндогенного роста с последовательными инновациями Агиона введено государство и рассмотрены различные схемы субсидирования инноваторов. Получено, что трансферты конкурирующим инноваторам могут быть эффективны лишь в случае жесткой конкуренции на рынках и относительной трудности имитирования. В остальных случаях изменение стимулов инноваторов влечет за собой ухудшение среднего темпа роста экономики. Субсидии, компенсирующие часть затрат на инновации, с теоретической точки зрения более эффективны. Дополнительные гранты за внедренные изобретения оказываются самым рациональным путем использования государственных средств.

Вопрос о том, нужна ли государственная поддержка предприятиям-инноваторам, не имеет однозначного ответа. В работе, опираясь на теоретическую модель эндогенного роста с постепенными инновациями Агиона [1, 2, 3], оцениваются пределы эффективности государственного вмешательства в инновационный процесс для различных отраслей производства. Рассматривается вопрос: каких инноваторов, при каких условиях и в какой форме имеет смысл субсидировать.

В эту модель введено государство [4], которое облагает производителей пропорциональным налогом на прибыль и из этих средств выдает различные виды субсидий. Такое перераспределение влияет на стимулы инноваторов и имитаторов и приводит к изменениям параметров развития экономики. Рассматриваются различные схемы субсидирования: трансферты конкурирующим на одном технологическом уровне фирмам; субсидии, пропорциональные затратам на R&D; гранты за новые внедренные изобретения.

1. Модель эндогенного роста Агиона

Потребители и конкуренция на рынке товаров (краткосрочное равновесие). Экономика состоит из континуума отраслей $i \in [0, 1]$. В каждой отрасли — два производителя. Параметр α отражает степень замещаемости между товарами одной отрасли для потребителя или, используя другую интерпретацию, является мерой конкурентности рынков: $\alpha = 1$ соответствует совершенной конкуренции, $\alpha = 0$ — отсутствию конкуренции. Потребители, максимизируя свою функцию полезности, задают спрос на рынке товаров. Конкурирующие по цене производители, обеспечивают предложение. Издержки производителей на единицу выпускаемой продукции уменьшаются при каждом «шаге» развития технологий в γ раз. Относительные издержки фирмы, лидирующей на n шагов: $z_j = \gamma^{-n}$. Производители, максимизируя свою прибыль, приходят к равновесию Бертрана, в котором прибыль фирмы является функцией ее относительных издержек и параметра α :

$$\pi_j = \phi(\gamma^{-n}, \alpha) \quad (1)$$

Затраты на исследования и инновации и темп роста экономики в стационарном состоянии (долгосрочное равновесие). В этой модели инновации улучшают технологию производства, уменьшая издержки, а имитации — это копирование новой технологии. Процесс производства инновации и имитирования являются стохастическими процессами, интенсивность которых зависит от выбираемого независимыми агентами уровня затрат (прикладываемых усилий x) на исследования и инновации (x — вероятность успешной инновации в единицу времени). Функция затрат фирмы на то, чтобы обеспечить этот уровень усилий, есть $\psi(x) = 1/2\beta x^2$. Процесс имитаций происходит с интенсивностью $(x + h)$ при той же функции затрат $\psi(x)$. То есть параметр $h \geq 0$ измеряет так называемый «эффект распространения» и характеризует относительную легкость имитаций по сравнению с инновациями. Интерпретация h — жесткости законодательных или административных препятствий (связанных с патентным правом и регулированием), которые ограничивают прямое использование технологических открытий конкурента.

Нахождение оптимального для фирм уровня затрат на инновации и имитации сводится к решению системы уравнений¹

$$rV_0 = \pi_0 - 1/2\beta x_0^2 + x_0(V_1 - V_0) + \tilde{x}_0(V_0 - \tilde{V}_1), \quad (2)$$

$$rV_n = \pi_n - 1/2\beta x_n^2 + x_n(V_{n+1} - V_n) + (\tilde{x}_n + h)(V_0 - V_n), \quad n = 1 \dots \infty, \quad (3)$$

$$r\tilde{V}_n = \tilde{\pi}_n - 1/2\beta \tilde{x}_n^2 + x_n(\tilde{V}_{n+1} - \tilde{V}_n) + (\tilde{x}_n + h)(V_0 - \tilde{V}_n), \quad n = 1 \dots \infty, \quad (4)$$

$$x_0 = (V_1 - V_0)/\beta, \quad x_n = (V_{n+1} - V_n)/\beta, \quad \tilde{x}_n = (V_0 - \tilde{V}_n)/\beta. \quad (5)$$

где x_0 , x_n и \tilde{x}_n — усилия двух равноправных фирм, лидера (на инновации) и последователя (на имитации) соответственно. V_0 , V_n , и \tilde{V}_n — ожидаемые полезности от нахождения в каждом из этих состояний.

Доля отраслей, разрыв между лидером и последователем в которых составляет n шагов — μ_n . Отраслевую структуру экономики в стационарном состоянии описывает система:

$$2\mu_0 x_0 = \sum_{n \geq 1} \mu_n (\tilde{x}_n + h) = \mu_1 (x_1 + \tilde{x}_1 + h); \quad \mu_{n-1} x_{n-1} = \mu_n (x_n + \tilde{x}_n + h). \quad (6)$$

Темп роста в стационарном состоянии: $g = (2\mu_0 x - 0 + \sum_{k >= 1} \mu_k x_k) \ln \gamma$.

2. Когда субсидии конкурирующим инноваторам стимулируют технологический прогресс?

Оценим, как повлияет субсидирование (за счет всей остальной экономики) фирм, находящихся на технологической границе, на скорость экономического роста. Пусть π — прибыль фирм до введения налога. Источником средств на субсидии является налог на прибыль. Ставка налога — τ . Располагаемая прибыль фирм теперь составит $(1 - \tau)\pi$. Пусть S — размер субсидии. Располагаемая прибыль фирм, конкурирующих на технологической границе, с учетом субсидии составит $(1 - \tau)\pi_0 + S$. Это изменение коснется уравнения (2) в системе (2–5). В уравнениях (3) и (4) располагаемая

¹полученной из системы уравнений Беллмана путем линеаризации по dt

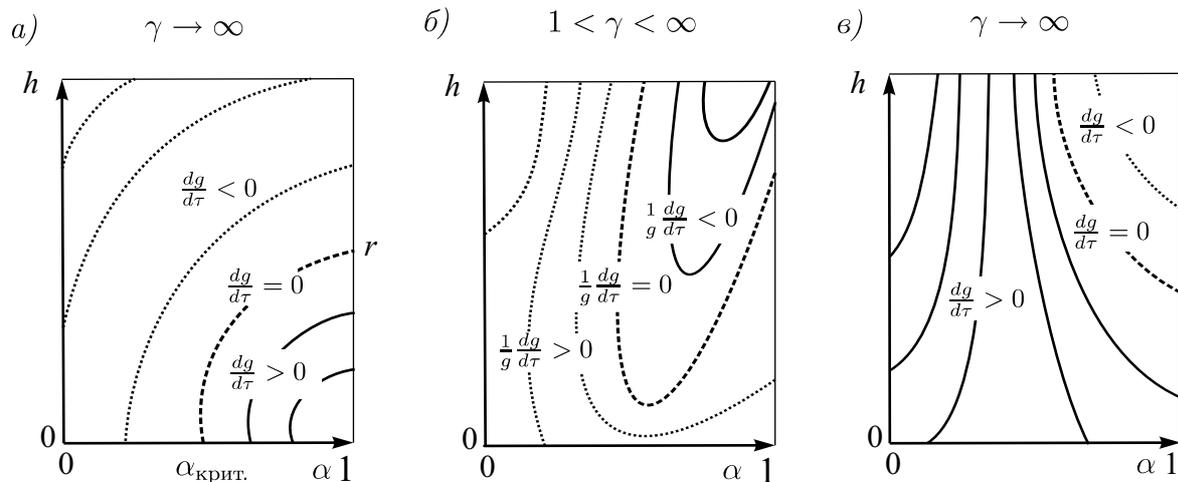


Рис.1. Линии уровня изменения темпа экономического роста при введении минимальной субсидии ($\tau \rightarrow 0$). По горизонтальной оси — уровень конкуренции в экономике α ; по вертикальной оси — «легкость» имитирования h . а) Субсидия конкурирующим на одном технологическом уровне инноваторам (случай больших инноваций). б) Субсидия пропорциональной инвестициям в инновации (частичная компенсация издержек) при наличии потерь в процессе перераспределения государственных средств (случай средних инноваций). в) Гранты конкурирующим инноваторам за внедренные изобретения.

прибыль уменьшится на величину налога. Уравнения (5) и (6) останутся без изменений. Для оценки размера субсидии в систему добавится бюджетное ограничение для государства:

$$2\mu_0 S = \left(2\mu_0 \pi_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \mu_k (\pi_k + \tilde{\pi}_{-k}) \right). \quad (7)$$

Его интуитивное значение: средства, потраченные на субсидии, равны сумме собранных налогов.

Результаты для предельных случаев представлены в столбце №4 таблицы , и по ним восстанавливается общая картина (рис.1а). Получено, что такая субсидия может как стимулировать, так и замедлять технологический прогресс, а именно: (i) Введение такой субсидии хорошо для экономического роста в случае жесткой конкурентности рынков конечных продуктов и сильной защищенности патентов (относительной трудоемкости процесса имитирования изобретений). (ii) В то же время, такое субсидирование неэффективно в случае слабой конкурентности рынков конечных продуктов и относительной легкости имитирования. (iii) Существует критическое значение конкурентности рынков (прибыли фирм, находящихся на одинаковом уровне технологического развития): если прибыль таких фирм меньше критического значения, то субсидирование приводит к ускорению средних темпов роста; если прибыль таких фирм больше критического значения, то субсидирование неэффективно.

3. Частичная компенсация издержек

Другой принцип перераспределения: частичное компенсирование издержек инноваторов. В этом случае размер выдаваемых дотаций пропорционален затратам $\psi(x)$.

Коэффициент пропорциональности — s . Располагаемая прибыль за вычетом затрат: $(1 - \tau)\pi + (1 - s)\psi$. Такую схему можно интерпретировать как эффективное уменьшение налога на прибыль для фирм, вкладывающих значительную часть этой прибыли в инновации.

Как для случая больших, так и для случая малых инноваций показано, что субсидирование усилий положительно сказывается на темпах экономического роста, однако размер эффекта существенно зависит от характеристик экономики.

Наиболее эффективна частичная компенсация затрат при изначально низкой интенсивности имитаций: за счет малых вложения фирм (в нулевом состоянии прибыль маленькая: $\alpha \rightarrow 0$), и слабой интенсивности спонтанные имитации ($h \rightarrow 0$). Фактически в этой ситуации налогом облагается монополия (у которой уже нет стимулов проводить инновации), а собранные средства распределяются между теми, кто реально вкладывает средства в развитие.

Показано, что при начальной ставке налога равной нулю, ее повышение положительно сказывается на равновесном темпе роста (рис.1б). Также можно показать, что после некоторого критического значения дальнейшее повышение субсидий (и уровня налоговых ставок) приводит к снижению равновесного (долгосрочного) темпа экономического роста. Если же из собранных налогов эффективно может быть израсходована только часть (существуют потери перераспределения), то области с маленьким положительным эффектом могут превратиться в области с отрицательным эффектом и, значит, рекомендовать такую политику не имеет смысла.

4. Вознаграждение успешных инноваций и имитаций

Дополнительные гранты за внедренные изобретения оказываются самым рациональным путем использования государственных средств. Они усиливают стимулы наиболее эффективных инноваторов и приносят наибольшую отдачу в расчете на единицу вложенных средств. Собранная сумма распределяется между фирмами, «только что» совершившими очередной технологический скачок. Полученные результаты представлены в столбцах 7–10 таблицы 1 и на рисунке 1 в.

В рамках этой модели ответ на вопрос: «что эффективнее стимулировать: инновации или имитации?» — достаточно однозначен — инновации (сравните столбец 7 со столбцами 8 и 9 табл. 1). Интуитивно эти результаты можно интерпретировать так: поощрение имитаций сильнее подрывает стимулы производить инновации, чем способствует росту за счет имитаций. Причем, чем больше затрат требуется на очередной «технологический прорыв», тем сильнее отрицательный эффект от введения такой схемы «стимулирования».

Таким образом, необходим дальнейший анализ теоретической модели и эмпирических данных, ее подтверждающих или опровергающих. Такой анализ позволит подобрать оптимальную схему поддержки инноваторов в конкретных отраслях экономики с учетом как чистой отдачи, так и других факторов, влияющих на выбор государственной политики в этом направлении.

Таблица 1. Эффект от введения различных схем субсидирования инноваторов.

Легкость имитирования	Размер инновационного шага	Конкурентность рынков	Субсидирование инноваторов в нулевом состоянии	Дотации пропорциональны издержкам		Субсидирование результата = субсидия за нововведение				
				знак	размер	Поощрение имитаций	Иноватору в нулевом состоянии			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$h \rightarrow 0$	$\gamma \rightarrow 1$ $(\gamma = 1 + \varepsilon)$	$\alpha \rightarrow 0$	(-)	(+)	$1/\alpha \rightarrow \infty$	(-0)	(+0)		(+)	
		$0 < \alpha < 1$	(-), $\alpha < \alpha_{\text{крит}}^{\gamma}$ (+), $\alpha > \alpha_{\text{крит}}^{\gamma}$	(+)			(-)	(+0)		(+)
		$\alpha = 1$	(+)	(+0)		$\varepsilon \rightarrow 1$	(-)	(+0)		(+), max
$h \rightarrow \infty$	$\gamma \rightarrow \infty$	$\alpha \rightarrow 0$	(-)	(+)		(-)	(+)	$1/2 \ln \gamma$	(+)	
		$0 < \alpha < 1$	(-), $\alpha < \alpha_{\text{крит}}^{\infty}$ (+), $\alpha > \alpha_{\text{крит}}^{\infty}$	(+)			(-)	(+)		(+)
		$\alpha = 1$	(+)	(+)		$(\sqrt{\beta})^{-1}$	(-)	(+)	$1/9 \ln \gamma$	(+), max
	$\gamma \rightarrow 1$	$\alpha \rightarrow 0$	(-)	(-)	(+)	$h/\alpha \rightarrow \infty$	(-)(-)	(+0)		(+)
		$\alpha = 1$	(-)	(-)	(+0)	$\varepsilon \rightarrow 0$	(-)(-)	(-0)		(+), min
		$\alpha \rightarrow 0$	(-)	(-)	(+0)		(-)(-)	(+)	$2 \ln \gamma$	(+)
		$\alpha = 1$	(-)	(+0)		(-)(-)	(-)	$\frac{1-h}{h^2} \ln \gamma$	(+), min	

Размер эффекта определяется изменением темпа экономического роста при введении минимальной субсидии: $g' = \left. \frac{\partial g}{\partial \tau} \right|_{\tau \rightarrow 0}$

- (+) — Схема дает положительный результат: $g' > 0$
- (-) — Схема дает отрицательный результат: $g' < 0$
- (-)(-) — Схема дает резко отрицательный результат: $g' \ll 0$
- (+0)/(-0) — Положительный /отрицательный, но очень малый эффект
- max/(min) — Схема дает наилучший /наиболее слабый результат (при заданном размере инноваций).

h — легкость имитирования. $h \rightarrow 0$: имитации затруднены, жесткая патентная политика. $h \rightarrow \infty$: имитации облегчены, происходят практически спонтанно.

γ — Размер инновационного шага. $\gamma = 1 + \varepsilon$: малые постепенные инновации. $\gamma \rightarrow \infty$: большие инновации в отрасли.

α — Конкурентность рынков. $\alpha \rightarrow 0$ - рынки с ослабленной конкуренцией. $\alpha = 1$ — рынки с совершенной конкуренцией.

в нулевом состоянии — находящегося на одном технологическом уровне с конкурентом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Aghion Ph., and Howitt P.* A Model of Growth through Creative Destruction. // *Econometrica*, 1992, 60, pp. 323–351.
2. *Aghion Ph., and Howitt P.* Endogenous Growth Theory. // The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 1998. p. 694.
3. *Aghion Ph., Harris Ch., Howitt P., Vickers J.* Competition Imitation and Growth with Step-By-Step Innovation. // *Review of Economic Studies*. 2001. V. 68, pp. 467–492.
4. *Жабицкая Е.И.* Когда субсидии конкурирующим инноваторам стимулируют технологический прогресс? // Препринт #BSP/2003/067R. — М.: Российская Экономическая Школа, 2003. — 53 с. (Рус.) (Электронная версия доступна на <http://www.nes.ru/russian/research/abstracts/2003/Zhabitskaya-r.htm>, <http://www.nes.ru/english/research/abstracts/2003/Zhabitskaya.htm>)

MATERIAL INCENTIVES TO COMPETING INNOVATORS AND ITS INFLUENCE ON TECHNOLOGICAL PROGRESS

Zhabitskaja E.I.

The state is introduced into the Aghion endogenous growth model with “step-by-step” innovations. Various schemes of subsidizing innovators are considered. The results are: subsidies to competing innovators can be efficient only in the case of strong market competition and relative difficulty of imitations. In other cases, change of innovators incentives entails deterioration of average economy growth rate. Compensation of a part of innovation expenses is more efficient when there is no loss in tax collection and redistribution. Grants to innovators for realized inventions appear to be the most rational way of public funds usage. At the same time, grants to imitators suppress growth.