

ЛОВУШКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАИМСТВОВАНИЙ И УСЛОВИЯ ЕЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ В ДВУХСЕКТОРНОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ

В.Е. Дементьев

© 2006 г.

(Москва)

Излагается модель экономического развития, сочетающего инновационные и имитационные процессы. Выделен сектор производства знаний. Модель учитывает, что условия привлечения знаний и технологий из-за рубежа меняются нелинейным образом в зависимости от дистанции до лидеров. Показано, что ориентация главным образом на использование зарубежных технологий ведет к сохранению экономической отсталости. Вместе с тем, модель выявляет ограниченность автономного технологического развития. Численный вариант модели иллюстрирует возможности преодоления порождаемой технологическим иждивенчеством ловушки.

TRAP OF THE TECHNOLOGICAL DEPENDENCE AND CONDITION OF ITS OVERCOMING IN TWO-SECTOR MODEL OF ECONOMY

The model of the economic development combining innovational and imitating processes is described. The sector of manufacture of knowledge is allocated. The model takes into account, that conditions of attraction of knowledge and technologies from abroad vary in the nonlinear image depending on a distance up to the leaders. It is shown, that orientation mainly on use of foreign technologies conducts to preservation of economic backwardness. At the same time, the model reveals limitation of independent technological development. The numerical variant of model illustrates opportunities of overcoming of the trap generated by the technological dependence.

1. ВВЕДЕНИЕ

В современных исследованиях все большее внимание уделяется изменению условий экономического развития по мере приближения к мировым лидерам (Acemoglu, Aghion, Zilibotti, 2002; Osborne, 2003; Polterovich, Popov, 2005). Международная статистика свидетельствует о замедлении темпов роста возле рубежа, отделяющего ведущие по уровню душевого дохода страны от остального мира (World Bank, 2005). Существенным обстоятельством, помогающим понять причины такого замедления, является немонотонный характер зависимости между долей расходов на исследования и разработки (R&D) в ВВП страны и душевым доходом. Как отмечается в (Lederman, Maloney, 2003), эта зависимость фактически соответствует *U*-образной кривой. Ее нижняя точка оказывается весьма близкой к уровню душевого дохода, который в классификации Мирового банка означает вступление в клуб богатых стран. В этой связи можно говорить о двух этапах или стадиях экономического развития: до рубежа, отделяющего ведущие по уровню душевого дохода страны от остального мира, и

после преодоления этого рубежа.

Динамика расходов на собственные исследования и разработки во многом формирует характер технологического развития в рамках выделенных его стадий. Как показано в ряде исследований, этот характер определяется прежде всего соотношением между инновационными и имитационными (квазиинновационными) процессами (Segerstrom, 1991; Henkin, Polterovich, 1999; Iyigun, 2001; Howitt, Mayer-Foulkes, 2002). В какой мере заимствование и совершенствование импортируемых технологий позволяет ликвидировать отставание от лидеров – вопрос дискуссионный.

Для одной из позиций характерна акцентировка внимания на «преимуществе отсталости», а именно дешевизне имитации по сравнению с инновацией (Barro, Sala-i-Martin, 1995). В этом преимуществе видится шанс подравняться с лидерами, возможность при некоторых условиях сблизиться с ними, совершив технологический рывок (Bresis, Krugman, Tsiddon, 1993). Другая точка зрения состоит в том, что странам-имитаторам угрожает западня низкой производительности, тогда как активные в сфере исследований и разработок страны могут наслаждаться благами растущей производительности (Howitt, 2000).

При ставке на имитационные процессы неявно предполагается, что заимствуются самые передовые разработки. Как указывают В. Полтерович и А. Тонис, такое допущение не принимает во внимание проблемы приспособливания современных технологий (Polterovich, Tonis, 2005). На практике попытки отсталой страны сразу перейти к новейшим технологиям часто оказываются неудачными из-за несовместимости этих технологий с местной культурой и технологической средой, институтами и качеством человеческого капитала. Более результативным и дешевым оказывается заимствование менее продвинутых технологий. Учет этого обстоятельства позволяет констатировать, что ставка на имитацию ведет в западню низкой производительности.

Существование такого рода западни связано с трудностями не только освоения зарубежных технологий, но и получения доступа к новейшим из них. Это обстоятельство игнорируется, когда вместо учета неравномерности распространения знаний в мире, исходят из их общедоступности. Так, согласно (Parente, Prescott, 2000), основная причина межстрановой дифференциации в производительности – различия в фактически используемом знании. Однако, хотя глобализация мировой экономики и сокращает имитационный лаг, трансграничную диффузию знаний и технологий вряд ли можно считать совершенно спонтанной. В существенной мере она направляется, контролируется технологическими лидерами. По замечанию М. Портера, лидеры международной конкуренции обычно не продают технику последнего поколения (Портер, 1993, с. 590). Немонотонным образом меняющаяся по стадиям развития интенсивность накопления знаний в стране за счет их заимствования из-за рубежа

может быть представлена в следующем схематическом виде (рис. 1).

Возрастающий начальный участок кривой соответствует расширяющимся по мере увеличения подушевого дохода возможностям усвоения доступных знаний. Эти возможности выступают ограничивающим накопление знаний фактором для наименее развитых стран. В следующий период все сильнее сказывается избирательный подход со стороны стран-лидеров к предоставлению своих знаний и технологий претендентам на участие в клубе богатых стран. Это оказывает понижающее влияние на кривую. Нижняя точка перегиба кривой соответствует рубежу между богатыми и остальными странами. Пересечение этого рубежа – симптом расширяющейся кооперации в сфере исследований и разработок с ведущими в данной сфере странами. Однако по мере выхода на передовые рубежи научно-технологического развития становятся все ощутимей как ограниченность того, что можно позаимствовать у других, так и стремление первооткрывателей к монополизации наиболее перспективных находок. Подъем кривой сменяется ее снижением.

При успешном росте за счет квазиинноваций неодинаковая мобильность отдельных видов знания остается в тени. Однако по мере исчерпания возможностей квазиинноваций обнаруживается, что теоретические знания, имеющие принципиальное значение для подготовки радикальных нововведений, подвержены диффузии в меньшей степени, чем прикладные и материализованные знания (Pavitt, 2001). Ограниченность транснациональной диффузии знаний под влияние разных факторов, включая географический, отмечается в нескольких исследованиях (Jaffe, Trajtenberg, Henderson, 1993; Keller, 2000; Branstetter, 2001; Peri, 2005).

Доступность second-hand технологий, ослабляющая внимание к собственным исследованиям и разработкам, создает одну из ловушек на пути догоняющего развития, которую допустимо назвать ловушкой технологического иждивенчества. При этом разрыв в уровне развития стран может уменьшиться, но затем он консервируется. То, что для отстающих стран является квазиинновациями, для лидеров может означать избавление их экономик от материало- и трудоемких, экологически опасных и морально устаревших производств. Таким образом передовые страны не только высвобождают экономическое пространство для новых высокотехнологичных производств, но и в определенной мере осложняют их становление в странах-преследователях (Эльянов, 2004).

Значительную роль в осмыслении возможностей догоняющего развития в условиях, когда все более существенным фактором производства являются знания, дают модели роста в явном виде учитывающие этот фактор. В настоящей статье излагается модель экономического развития, сочетающего инновационные и имитационные процессы. Отличительной особенностью модели является учет в ней того, что условия заимствования знаний и технологий из-за рубежа меняются в зависимости от дистанции до лидеров нелинейным образом.

Внимание фокусируется на ситуации, когда относительно благоприятные условия для имитации чужих разработок способны подорвать становление собственной инновационной базы. Вместе с тем, модель выявляет как опасность технологического иждивенчества, так и ограниченность автономного технологического развития. Численный вариант модели позволяет проиллюстрировать возможности преодоления порождаемой технологическим иждивенчеством ловушки.

2. МОДЕЛЬ ДВУХЭТАПНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЕЕ СТАЦИОНАРНЫЕ ТРАЕКТОРИИ

Рассмотрим экономику, состоящую из сектора производства знаний (сектор R&D) и сектора, выпускающего другие блага и услуги (для краткости назовем его сектором материального производства). Подобно некоторым исследователям (Bottazzi, Peri, 2005), отвлечемся от эффекта масштаба, связанного с количеством работников.

Пусть динамика выпуска материальной продукции на одного работника y_t описывается следующим образом (модель 1):

$$y_t = \lambda A_t^{1-\alpha} k_t^\alpha; \quad (1)$$

$$A_t = A_{Nt} + A_{Ft}; \quad (2)$$

$$A_{Nt} \leq h A_{t-1}^{1-\beta} [\max\{0; (s_{At} y_{t-1} - \delta A_{t-1})\}]^\beta; \quad (3)$$

$$A_{Ft} \leq q[r + f(Y_{t-1}, y_{t-1})]; \quad (4)$$

$$k_t \leq D k_{t-1} + s_{kt} y_{t-1}; \quad (5)$$

$$Y_t = v Y_{t-1}; \quad (6)$$

$$s_{At} + s_{kt} \leq s_t; \quad (7)$$

$$s_{At} \geq 0, \quad s_{kt} \geq 0; \quad (8)$$

$$A_{Nt} \geq 0, \quad A_{Ft} \geq 0. \quad (9)$$

Здесь k_t – капитал, приходящийся на одного работника; D – доля капитала k_t , сохраняющаяся к началу цикла $t+1$; λ – общая производительность факторов производства (TFP) в секторе материального производства; A_{Nt} – собственный (национальный) запас знаний и технологических идей, приходящийся на одного работника; A_{Ft} – используемые знания и идеи из доступного мирового их запаса, в расчете на одного работника; s_{kt} – доля продукции, направляемая на пополнение капитала; s_{At} – доля продукции, расходуемая на сохранение и пополнение собственного запаса знаний; δA_t – расходы на сохранение имеющейся материально-технической базы НИОКР, сами по себе не создающие нового знания; $s_{At} y_t - \delta A_t$ – расходы непосред-

венно на воспроизводство и приращение знаний; h – общая производительность факторов производства в секторе R&D; q – параметр, отражающий частичный характер трансформации зарубежных знаний в национальный их запас¹; r – характеристика свойственного для данной страны общего фона транснациональной диффузии знаний и технологий, тогда как $f(Y_{t-1}, y_{t-1})$ – функция, призванная обеспечить учет в модели, с одной стороны, снижения доступности иностранных знаний по мере приближения страны к рубежу, отделяющему лидирующие страны от их преследователей, с другой, активизации обмена знаниями и технологиями, в том числе посредством прямых иностранных инвестиций, после вхождения в клуб высокоразвитых стран; Y_{t-1} – уровень выпуска на одного работника, соответствующий указанному рубежу в цикле $t-1$; ν – темп роста этого уровня.

Функция $f(Y_{t-1}, y_{t-1})$ может быть конкретизирована различным образом. Если исходить из того, что доступность мирового запаса знаний определяется для конкретной страны ее дистанцией до рассматриваемого рубежа, то допустимо принять $f(Y_{t-1}, y_{t-1}) = |Y_{t-1} - y_{t-1}|^\theta$. Если принципиальное значение имеет относительная дистанция до этого рубежа, функция $f(Y_{t-1}, y_{t-1})$ может иметь вид $f(Y_{t-1}, y_{t-1}) = |Y_{t-1} - y_{t-1}|^\theta / Y_{t-1}$. Именно разграничение условий технологического заимствования в зависимости от степени близости к лидерам позволяет трактовать представленную модель как описание двухэтапного экономического развития.

Кроме изложенного подхода к транснациональной диффузии технологий к важным особенностям рассматриваемой модели следует отнести описание динамики собственного запаса знаний. Модель учитывает возможность снижения этого запаса по причине скудного финансирования. Оно приводит к сокращению числа исследователей, «утечке мозгов». Даже простое сохранение материальных научных фондов требует расходов. Описание динамики собственного запаса знаний исходит из того, что при финансировании ниже некоторого порогового значения его деградация принимает обвальный характер.

Модель учитывает, что приходящие в страну зарубежные технологии не обеспечивают автоматического пополнения активов собственного сектора R&D. В частности, о таком пополнении на основе импорта передового оборудования можно говорить, лишь после осмысления воплощенных в этом оборудовании знаний, что требует соответствующих затрат.

Стационарная траектория автономного технологического развития. Выделение сектора R&D, обеспечивающего непрерывное совершенствование производства, создает возможность неограниченного роста экономики даже без подпитки ее знаниями извне. Чтобы убедиться в этом, рассмотрим упрощенную версию модели, в которой $q = 0$ и, соответствен-

¹ Нагляднее всего это проявляется в овладении знаниями, материализованными в импортной технике. Тонкости технологии производства этой техники часто остаются неизвестными стране-импортеру.

но, $A_{Ft} = 0$ при всех t . В таком случае модель 1 принимает следующий вид (модель 2):

$$y_t = \lambda A_t^{1-\alpha} k_t^\alpha; \quad (10)$$

$$A_t \leq h A_{t-1}^{1-\beta} [\max\{0; (s_{At} y_{t-1} - \delta A_{t-1})\}]^\beta; \quad (11)$$

$$k_t \leq D k_{t-1} + s_{kt} y_{t-1}; \quad (12)$$

$$s_{At} + s_{kt} \leq s_t; s_{At} \geq 0, s_{kt} \geq 0; \quad (13)$$

$$A_0 > 0, k_0 > 0. \quad (14)$$

Последовательность $\{y_t; A_t; k_t\}_{t=0}^\infty$ является траекторией двухсекторной модели экономики, если ее соотношения выполнены для этих y_t, A_t, k_t при всех t . Траектория двухсекторной модели экономики является траекторией стационарного роста с момента τ и с темпом c , если при всех $t \geq \tau$:

$$\frac{y_{t+1}}{y_t} = \frac{A_{t+1}}{A_t} = \frac{k_{t+1}}{k_t} = c.$$

Утверждение 1. Если

$$\left((1-D)/\alpha \right)^\alpha \left[\left(h^{-1/\beta} + \delta \right) / (1-\alpha) \right]^{1-\alpha} < \lambda; \quad (15)$$

$$k_0 / A_0 > (\delta/\lambda)^{1/\alpha}; \quad (16)$$

$$0 < D < 1, \quad (17)$$

то в модели 2 существует траектория стационарного роста с момента $\tau = 1$ и с темпом $c > 1$.

Доказательство. Из принятых предположений следует существование такого $s < 1$, что

$$\lambda^{-1} \left((1-D)/\alpha \right)^\alpha \left[\frac{h^{-1/\beta} + \delta}{1-\alpha} \right]^{1-\alpha} < s < 1; \quad (18)$$

Зафиксируем $s_A = s(1-\alpha)$, $s_k = s\alpha$. Тогда из (18) следует, что $\left((1-D)/s_k \right)^\alpha \left[\left(h^{-1/\beta} + \delta \right) / s_A \right]^{1-\alpha} < \lambda$.

Поскольку $0 < \alpha < 1$, функция $\left((c-D)/s_k \right)^\alpha \left[\left(c^{1/\beta} h^{-1/\beta} + \delta \right) / s_A \right]^{1-\alpha}$ является монотонно возрастающей относительно c на $[D; +\infty)$ и принимает значения от 0 до $+\infty$. Следовательно, существует c , являющееся решением уравнения

$$\left(\frac{c-D}{s_k} \right)^\alpha \left[\left(c^{1/\beta} h^{-1/\beta} + \delta \right) / s_A \right]^{1-\alpha} = \lambda. \quad (19)$$

Обозначим это решение через C . Очевидно, что $C > 1$. Зафиксируем пропорцию

$$k^* / A^* = \left(s\alpha\lambda / (C-D) \right)^{1/(1-\alpha)}. \quad (20)$$

Покажем возможность перехода за один цикл от исходной пропорции k_0 / A_0 между факторами производства к зафиксированной пропорции k^* / A^* . Поскольку $y_0 = \lambda(k_0 / A_0)^\alpha A_0$, то из (16) следует, что $y_0 = \lambda(k_0 / A_0)^\alpha A_0 > \delta A_0$, поэтому существует такое s_{A_1} , что $1 > s_{A_1} > 0$ и $s_{A_1} y_0 - \delta A_0 = 0$.

Зафиксируем некоторое s_1 , $1 > s_1 > s_{A_1}$. Рассмотрим соотношение k_1 / A_1 как функцию от s_{k_1} на интервале $(0; s_1 - s_{A_1})$: $f(s_{k_1}) = (Dk_0 + s_{k_1} y_0) / (hA_0^{1-\beta} [(s_1 - s_{k_1}) y_0 - \delta A_0]^\beta)$. Эта непрерывная на рассматриваемом интервале функция монотонно возрастает от $Dk_0 / (hA_0^{1-\beta} [s_1 y_0 - \delta A_0]^\beta)$ до $+\infty$.

Если $Dk_0 / (hA_0^{1-\beta} [s_1 y_0 - \delta A_0]^\beta) > k^* / A^*$, то в качестве A_1 принимается $hA_0^{1-\beta} [s_1 y_0 - \delta A_0]^\beta$, т.е. $s_{A_1} = s_1$. В качестве k_1 принимается $k^* A_1 / A^*$. Если $Dk_0 / (hA_0^{1-\beta} [s_1 y_0 - \delta A_0]^\beta) \leq k^* / A^*$, то существует значение $s_{k_1}^*$, при котором $f(s_{k_1}^*) = k^* / A^*$. Тогда $A_1 = hA_0^{1-\beta} [(s_1 - s_{k_1}^*) y_0 - \delta A_0]^\beta$, $k_1 = Dk_0 + s_{k_1}^* y_0$, $y_1 = \lambda A_1^{1-\alpha} k_1^\alpha$.

Рассмотрим последовательность

$$((y_0, A_0, k_0), (y_1, A_1, k_1), \dots, (C^t y_1, C^t A_1, C^t k_1), \dots). \quad (21)$$

Эта последовательность, начиная с (y_1, A_1, k_1) , имеет следующие свойства. Соотношение (10) модели выполняется для $y_t = C^{t-1} y_1$, $A_t = C^{t-1} A_1$, $k_t = C^{t-1} k_1$ очевидным образом.

Поскольку $k_t / A_t = k^* / A^*$, то с учетом (20) $k_t / A_t = (s\alpha\lambda / (C - D))^{1/(1-\alpha)}$ или $(k_t / A_t)^{1-\alpha} (C - D) = s\alpha\lambda$, $C = D + s_k \lambda (k_t / A_t)^{1-\alpha}$, $k_t = Dk_{t-1} + s_k y_{t-1}$, т.е. выполняется соотношение (12) модели 2. Из (19) следует:

$$\left(C^{1/\beta} / h^{1/\beta} + \delta \right)^{1-\alpha} = s\lambda(1-\alpha)^{1-\alpha} \alpha^\alpha / (C - D)^\alpha, \quad (22)$$

или

$$\left(\frac{C}{h} \right)^{1/\beta} + \delta = \frac{s^{1/(1-\alpha)} \lambda^{1/(1-\alpha)} (1-\alpha)^\alpha \alpha^{\alpha/(1-\alpha)}}{(C - D)^{\alpha/(1-\alpha)}} - s(1-\alpha)\lambda \left(\frac{s\alpha\lambda}{C - D} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} - \delta \quad (23)$$

или

$$C = h \left[s(1-\alpha)\lambda \left(\frac{s\alpha\lambda}{C - D} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} - \delta \right]^\beta. \quad (24)$$

С учетом (20) получаем $C = A_{t+1} / A_t = h \left[s_A \lambda (k_t / A_t)^\alpha - \delta \right]^\beta$ или

$A_{t+1} = hA_t^{1-\beta}(s_A y_t - \delta A_t)^\beta$, при этом $s_A y_t - \delta A_t > 0$, так как $C > 1$.

Следовательно, выполняется соотношение (11). Таким образом, рассматриваемая последовательность (21) является траекторией модели 2. На этой траектории, начиная с $t = 1$, наблюдается стационарный рост с темпом $C > 1$. Начиная с s_{A2}, s_{k2} , параметры s_{At} и s_{kt} не меняются во времени. +

Утверждение 2. При фиксированной норме накопления s значения $s_A = s(1-\alpha)$ и $s_k = s\alpha$, определяющие распределение инвестиций по двум секторам экономики, обеспечивают максимально возможный темп стационарного роста в модели 2.

Доказательство. Для стационарной траектории

$$A_{t+1} / A_t = \epsilon \quad h[s_A \lambda (k_t / A_t)^\alpha - \delta]^\beta, \quad (25)$$

$$k_{t+1} / k_t = c = D + s_k \lambda (A_t / k_t)^{1-\alpha} \quad \text{или}$$

$$(k_t / A_t)^\alpha = (\lambda s_k / (c - D))^{\alpha/(1-\alpha)}. \quad (26)$$

После подстановки (26) в (25) и простых преобразований получаем

$$((c - D) / \lambda)^\alpha \left[(c^{1/\beta} h^{-1/\beta} + \delta) / \lambda \right]^{1-\alpha} = s_k^\alpha s_A^{1-\alpha} = s_k^\alpha (s - s_k)^{1-\alpha}. \quad (27)$$

Левая часть этого выражения является монотонно возрастающей функцией переменной c . Следовательно, максимальное значение этой переменной достигается при максимальном значении правой части рассматриваемого выражения. Максимум $s_k^\alpha (s - s_k)^{1-\alpha}$ обеспечивает $s_k = s\alpha$. +

Из выкладок, сопровождающих доказательство утверждения 1, видно, что принятые допущения позволяют не просто установить сам факт существования стационарной траектории роста модели 2, но и рассчитать возможные параметры такой траектории.

Соотношение (27) в определенной мере раскрывает влияние на темп стационарного роста со стороны таких параметров как D, h, λ, δ . Увеличение D, h, λ, δ ведет к повышению темпа стационарного роста, тогда как увеличение δ оказывает противоположное воздействие на темп такого роста.

Стационарная траектория арьергардного развития при технологических заимствованиях. Рассмотрим модель 1 при $\lambda > 0, q > 0, 1 > \alpha > 0, 1 > \beta > 0, v > 1, 1 > D > 0$ и ограничении (4) в виде $A_{Ft} \leq q |Y_{t-1} - y_{t-1}|$. Поскольку рассматривается догоняющее развитие, то $Y_0 > y_0$.

Утверждение 3. Если

$$((v - D) / \lambda \alpha)^\alpha \left[(v^{1/\beta} h^{-1/\beta} + \delta) / \lambda (1 - \alpha) \right]^{1-\alpha} < 1, \quad (28)$$

то при некоторых начальных $A_{N0} > 0$, $k_0 > 0$, $A_{F0} > 0$, $y_0 > 0$, $Y_0 > 0$ в модели 1 существует траектория стационарного роста с момента $\tau = 0$ и с темпом ν .

Доказательство. Зафиксируем A_{N0} , A_{F0} и Y_0 таким образом, чтобы выполнялось соотношение

$$\frac{(\nu - D)(1 - \alpha)}{\alpha \lambda^{1/\alpha}} \left[Y_0 - \frac{\nu A_{F0}}{q} \right]^{1/\alpha} (A_{N0} + A_{F0})^{1/\alpha} \left[\left(\frac{\nu}{h} \right)^{1/\beta} \left(\frac{A_{N0}}{A_{N0} + A_{F0}} \right)^{1/\beta} + \delta \right]. \quad (29)$$

Это можно сделать, поскольку левая часть соотношения (29) является непрерывной и возрастающей от $0 + \infty$ функцией от Y_0 на интервале $[A_{F0}/q; +\infty)$.

Зафиксируем

$$y_0 = Y_0 - \nu A_{F0}/q. \quad (30)$$

Обозначим $\mu = A_{N0}/(A_{N0} + A_{F0}) = A_{N0}/A_0$. Перепишем (29) как

$$\frac{(\nu - D)(1 - \alpha) y_0^{1/\alpha}}{\alpha \lambda^{1/\alpha}} = A_0^{1/\alpha} \left[(\mu \nu / h)^{1/\beta} + \delta \right] \text{ или } \frac{(\nu - D) y_0^{1/\alpha}}{\alpha \lambda^{(1+\alpha)/\alpha} A_0^{1/\alpha}} = \frac{(\mu \nu / h)^{1/\beta} + \delta}{\lambda(1 - \alpha)}.$$

Дальнейшие преобразования дают

$$\frac{(\nu - D) y_0^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha \lambda^{1/\alpha} A_0^{(1-\alpha)/\alpha}} = \frac{(\nu - D)^\alpha}{(\lambda \alpha)^\alpha} \left[\frac{(\mu \nu / h)^{1/\beta} + \delta}{\lambda(1 - \alpha)} \right]^{1-\alpha} \quad (31)$$

Зафиксируем

$$s = \frac{(\nu - D)^\alpha}{(\lambda \alpha)^\alpha} \left[\frac{(\mu \nu / h)^{1/\beta} + \delta}{\lambda(1 - \alpha)} \right]^{1-\alpha}. \quad (32)$$

С учетом (28) получаем $s < 1$. Так как

$$(k_0 / A_0)^{1-\alpha} = \frac{y_0^{(1-\alpha)/\alpha}}{\lambda^{(1-\alpha)/\alpha} A_0^{(1-\alpha)(1-\alpha)/\alpha} A_0^{1-\alpha}} = \frac{y_0^{(1-\alpha)/\alpha}}{\lambda^{(1-\alpha)/\alpha} A_0^{(1-\alpha)/\alpha}}. \quad (33)$$

и $\lambda^{1/\alpha} = \lambda^{(1-\alpha)/\alpha} \lambda$, из (31) и (32) получаем $s = \frac{(\nu - D) y_0^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha \lambda^{1/\alpha} A_0^{(1-\alpha)/\alpha}} = \left(\frac{\nu - D}{\lambda \alpha} \right) \left(\frac{k_0}{A_0} \right)^{1-\alpha}$ или

$$k_0 / A_0 = (s \lambda \alpha / (\nu - D))^{1/(1-\alpha)}. \quad (34)$$

Зафиксируем $s_A = s(1 - \alpha)$, $s_k = s\alpha$ и \underline{k}_0 , удовлетворяющее (34) при ранее зафиксированных A_0 и s . Рассмотрим последовательность

$$((y_0, A_{N0}, A_{F0}, \underline{k}_0), \dots, (\nu^t y_0, \nu^t A_{N0}, \nu^t A_{F0}, \nu^t \underline{k}_0), \dots). \quad (35)$$

Эта последовательность имеет следующие свойства. Соотношение (1) модели 1 выполняется для нее очевидным образом. Выкладки, аналогичные (22)–(24), позволяют получить из (32),

(34) соотношение:

$$v\mu = h[s(1-\alpha)\lambda(k_{t-1}/A_{t-1})^\alpha - \delta] \frac{A_t}{A_{t-1}} \frac{A_{Nt}}{A_{t-1}}. \quad (36)$$

Из (36) следует выполнение соотношения (3) модели 1.

Из (34) следует $(k_t/A_t)^{1-\alpha} (v-\delta) = s\alpha\lambda$ или $v = D + s_k\lambda(A_t/k_t)^{1-\alpha}$, $k_t = Dk_{t-1} + s_k y_{t-1}$,

т.е. выполняется соотношение (5) модели 1.

Поскольку в соответствии с (30) $A_{F1} = vA_{F0} = q(Y_0 - y_0)$, то $A_{Ft} = v^t A_{F0} = q(v^{t-1}Y_0 - v^{t-1}y_0) = q(Y_{t-1} - y_{t-1})$. Поэтому можно утверждать, что для рассматриваемой последовательности выполнено и соотношение (4) модели 1 в принятом для данного утверждения виде. Итак, последовательность (35) является траекторией стационарного роста модели 1. Темп роста на этой траектории равен v .

Траектория стационарного роста в модели 1 фактически получена в предположении существования некоторой дистанции до рубежа, отделяющего лидирующие по уровню подушевого производства страны от экономически менее развитых стран.

Следствие 1. Как видно из доказательства утверждения 3, возможна экзогенная фиксация значений Y_0 и A_{F0} с последующим определением такого уровня развития страны (значений параметров A_0 и k_0), который позволяет следовать за лидерами, не увеличивая относительное отставание от них.

При фиксации в (29) $A_{N0} > 0$ соотношение (32) фактически определяет требования к норме накопления s , обеспечивающие развитие в стационарном режиме собственного научно-исследовательской базы. Можно показать существование траектории стационарного роста и при более низкой норме накопления. Однако это будет траектория, основанная на использовании исключительно чужих научно-технологических разработок.

Следствие 2. Если для модели 1 выполнены предположения (28) то найдется такая норма накопления s , при которой существует траектория стационарного роста с момента $\tau = 0$ с темпом v и $A_{Nt} = 0$. Чтобы убедиться в этом, достаточно фиксировать A_{N0} в (29) на уровне $A_{N0} = 0$. Из (32) следует, что с уменьшением $\mu = A_{N0}/(A_{N0} + A_{F0}) = A_{N0}/A_0$ снизится и норма накопления s .

Следствие 2 фактически иллюстрирует то искушение, которое существует при значительном отставании от лидеров. Речь идет о возможности развиваться с тем же темпом, что и лидеры, при норме накопления, не предусматривающей расходов на собственные исследования и разработки. Чем меньше норма накопления, тем на большем отдалении от лидеров консервирует отставание такая траектория стационарного роста.

3. ТРАЕКТОРИИ РАЗВИТИЯ ПРИ ПОШАГОВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

3.1. Автономное технологическое развитие при пошаговой максимизации выпуска продукции. Допустим, что в модели 2 период $[t-1, t]$ соответствует по своей длительности той перспективе, которая принимается во внимание. Пусть доля располагаемых ресурсов (продукции, полученной в предшествующий период), направляемая на инвестиции в капитал и знания, фиксирована на уровне s , т.е. $s_{kt} + s_{At} \leq s$. Представим ситуацию, когда распределение ресурсов в экономике подчиняется максимизации выпуска продукции y_t .

Оптимальную величину s_{At} , т.е. долю ресурсов, инвестируемых в развитие собственного сектора R&D, можно определить из необходимых условий экстремума как

$$s_{At} = \begin{cases} \max(0, z); \\ \min(s, z), \end{cases}$$

где $z = (\beta(1-\alpha)[Dk_{t-1} + sy_{t-1}] + \alpha\delta A_{t-1}) / (y_{t-1}[\beta + \alpha - \alpha\beta])$ или

$$z = (1-\alpha)s \frac{\beta}{[\beta + \alpha - \alpha\beta]} + \frac{(1-\alpha)\beta D}{[\beta + \alpha - \alpha\beta]\lambda} \left(\frac{k_{t-1}}{A_{t-1}}\right)^{1-\alpha} + \frac{\alpha\delta}{[\beta + \alpha - \alpha\beta]\lambda} \left(\frac{A_{t-1}}{k_{t-1}}\right)^\alpha. \quad (37)$$

Допустим, что $s \geq z \geq 0$. Тогда это z , соответствующее соотношению (37), и является искомым s_{At}^A . Из (37) видно, что оптимальная с точки зрения периода $[t-1, t]$ доля инвестиций, направляемых на развитие собственного сектора R&D, зависит от сложившейся к началу этого периода пропорции между секторами экономики A_{t-1}/k_{t-1} и значений экзогенных параметров $\alpha, \beta, \delta, D, \lambda$.

Поскольку $1 > \alpha > 0$ и $1 > \beta > 0$, все слагаемые в правой части (37) являются положительными и $\beta/(\beta + \alpha - \alpha\beta) < 1$. Это означает, что при пошаговой максимизации выпуска в условиях автономного технологического развития инвестиции в собственный сектор R&D могут как превосходить, так и уступать инвестированию этого сектора на траектории стационарного развития с максимальным для данной нормы накопления в экономике темпом роста, т.е. при $z = (1-\alpha)s$. Другими словами, пошаговая оптимизация в условиях автономного развития в общем случае ведет к отклонению от такой стационарной траектории.

3.2. Последствия пошаговой максимизации выпуска продукции при технологических заимствованиях. Пусть в модели 1 ограничение (4) имеет вид $A_{Ft} \leq q[r + (Y_{t-1} - y_{t-1})^2]$. Рассмотрим максимизацию выпуска в этой модели в рамках единичного периода. Оптималь-

ную с точки зрения такой максимизации величину s_{At} , т.е. долю ресурсов, инвестируемых в развитие собственного сектора R&D, можно определить из необходимых условий экстремума как

$$s_{At} = \begin{cases} \max(0, z); \\ \min(s, z), \end{cases}$$

где z является решением уравнения

$$\begin{aligned} \alpha q[r + (Y_{t-1} - y_{t-1})^2](zy_{t-1} - \delta A_{t-1})^{1-\beta} + hA_{t-1}^{1-\beta} y_{t-1} (\beta + \alpha - \alpha\beta) &= \\ = hA_{t-1}^{1-\beta} [\beta(1-\alpha)Dk_{t-1} + \beta(1-\alpha)y_{t-1}s + \alpha\delta A_{t-1}]. \end{aligned} \quad (38)$$

Поскольку правой части (38) при пошаговой оптимизации соответствует фиксированная величина, можно говорить о том, что увеличение q , r , $(Y_{t-1} - y_{t-1})^2$ ведет к уменьшению z , а с ним и s_{At} . При достаточно большом отставании от лидеров (характеризуется величиной $(Y_{t-1} - y_{t-1})^2$), благоприятных условиях для диффузии иностранных технологий (эти условия характеризуются параметрами r и q) окажется, что $s_{At}y_t - \delta A_t \leq 0$. Это будет означать, что развитие происходит чисто имитационным образом, при отсутствии собственного сектора R&D.

Допустим, что $s \geq z \geq 0$. Обозначим z , соответствующее соотношению (38), через s_{At}^I . Сравнение (37) и (38) при аналогичных значениях сопоставимых исходных параметров (экзогенных для задачи максимизации выпуска в период $[t-1, t]$) позволяет представить s_{At}^I как $s_{At}^A = s_{At}^I + \alpha q[r + (Y_{t-1} - y_{t-1})^2](s_{At}^I y_{t-1} - \delta A_{t-1})^{1-\beta} / [hA_{t-1}^{1-\beta} y_{t-1} (\beta + \alpha - \alpha\beta)]$. Отсюда следует, что $s_{At}^A \geq s_{At}^I$. Полученные соотношения иллюстрируют то обстоятельство, что игнорирование долгосрочных последствий инвестиционных решений при возможности технологических заимствований или имитации зарубежных новинок оборачивается ослаблением внимания к развитию собственного сектора исследований и разработок, вплоть до полного отказа от его поддержки.

3.3. Автономное технологическое развитие при пошаговой максимизации прибыли. Фиксация s позволяет интерпретировать задачу максимизации выпуска в момент t и как задачу максимизации прибыли при заданном объеме затрат sy_{t-1} . Однако такая максимизация не дает полного представления о последствиях перевода решений, определяющих развитие сектора R&D экономики, на рыночные принципы. Рассмотрим последствия для этого сектора, когда норма накопления s формируется в соответствии с принципом максимизации прибыли в рамках учитываемой перспективы. Как и выше, будем исходить из того, что период $[t-1, t]$

соответствует по своей длительности той перспективе, которая принимается во внимание. Величина прибыли определяется как разность между выпуском y_t и затратами sy_{t-1} .

Утверждение 4. Траектории автономного стационарного роста с темпом $c > 1$ соответствует положительная прибыль в каждый период развития.

Д о к а з а т е л ь с т в о . Пошаговая максимизация прибыли предполагает оптимизацию нормы накопления s в соответствии с критерием $y_t(s) - sy_{t-1} \rightarrow \max$.

На рассматриваемой траектории стационарного роста $y_t - sy_{t-1} = cy_{t-1} - sy_{t-1} = y_{t-1}(c - s) > 0$, так как $c > 1$, а $s \leq 1$.

Следствие. Условия утверждения 1 обеспечивают существование траектории с положительной прибылью во все периоды времени после начального цикла.

Введем обозначение: $c^A = (\lambda\alpha^\alpha)^{\beta/[(1-\alpha)(1-\beta)]} [h\beta(1-\alpha)]^{\beta/(1-\beta)}$. Поскольку параметры $\lambda, \alpha, \beta, h$ являются экзогенными в рассматриваемых моделях, фиксированной для этих моделей выступает и величина c^A .

Утверждение 5. Пошаговая оптимизация прибыли в модели 2 формирует траекторию стационарного роста с темпом c^A при соотношении между секторами $k_t / A_t = (\lambda\alpha)^{1/(1-\alpha)}$.

Д о к а з а т е л ь с т в о . Обозначим $\gamma_t = s_{A_t} / s_t$. Тогда $s_{A_t} = \gamma_t s_t$, $s_{k_t} = (1 - \gamma_t) s_t$. Для упрощения выкладок опустим индекс t при γ и s .

Прибыль при ее положительности в цикле $[t-1, t]$ составляет $\lambda A_t^{1-\alpha} k_t^\alpha - sy_{t-1} = \lambda (h A_{t-1}^{1-\beta} [\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1}])^\beta)^{1-\alpha} (D k_{t-1} + (1-\gamma) s y_{t-1})^\alpha - sy_{t-1}$. Приравняв производную этой прибыли к нулю сначала по s , а затем по γ , после некоторых преобразований получаем:

$$\lambda h^{1-\alpha} A_{t-1}^{(1-\beta)(1-\alpha)} \left[\beta(1-\alpha) \gamma k_t + \alpha(1-\gamma)(\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1}) \right] k_t^{1-\alpha} (\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1})^{1-\beta(1-\alpha)}, \quad (39)$$

$$\beta(1-\alpha) k_t - \alpha(\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1}). \quad (40)$$

Подстановка (40) в (39) вместо $\beta(1-\alpha)k_t$ после очевидных сокращений дает:

$$\alpha \lambda h^{1-\alpha} A_{t-1}^{(1-\beta)(1-\alpha)} (\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1})^{\beta(1-\alpha)} = k_t^{1-\alpha}, \text{ или } \alpha^{1/(1-\alpha)} \lambda^{1/(1-\alpha)} h A_{t-1}^{(1-\beta)} (\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1})^\beta = k_t \text{ или } (\lambda\alpha)^{1/(1-\alpha)} A_t = k_t, k_t / A_t = (\lambda\alpha)^{1/(1-\alpha)}. \quad (41)$$

Соотношение (11) в условиях максимизации положительной прибыли можно представить как

$$(\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1}) = A_t^{1/\beta} \left[h^{1/\beta} A_{t-1}^{(1-\beta)/\beta} \right]. \quad (42)$$

Подставляя (42) в (40) получаем $\beta(1-\alpha)k_t / \alpha A_t^{1/\beta} \left[h^{1/\beta} A_{t-1}^{(1-\beta)/\beta} \right]$. Отсюда $\beta(1-\alpha)(k_t / A_t) =$
 $= \alpha A_t^{(1-\beta)/\beta} / \left[h^{1/\beta} A_{t-1}^{(1-\beta)/\beta} \right]$ или $A_t / A_{t-1} = \left(\beta^{\beta/(1-\beta)} (1-\alpha)^{\beta/(1-\beta)} h^{1/(1-\beta)} A_t^{(1-\beta)/\beta} / \alpha^{\beta/(1-\beta)} \right) \times$
 $\times (k_t / A_t)^{\beta/(1-\beta)}$. С учетом (41) получаем $A_t / A_{t-1} = \left(\lambda \alpha^\alpha \right)^{\beta/[(1-\alpha)(1-\beta)]} \left[h \beta (1-\alpha) \right]^{\beta/(1-\beta)} = c^A$.

Из (41) следует, что $(k_t / A_t)(A_{t-1} / k_{t-1}) = 1$. Поэтому $k_t / k_{t-1} =$
 $= (k_t / A_t)(A_{t-1} / k_{t-1})(A_t / A_{t-1}) = c^A$. Очевидно, что и $y_t / y_{t-1} = c^A$. Таким образом, пошаговая
максимизация прибыли формирует траекторию с постоянным темпом роста c^A и соотноше-
нием между секторами, представленном в (41). +

Найдем нормы накопления s, s_A, s_k , соответствующие этой траектории. Ограничение
(11) можно переписать для нее с учетом (41) в виде

$$(A_t / h A_{t-1})^{1/\beta} = (c^A / h)^{1/\beta} s_A \lambda A_{t-1}^{1-\alpha} k_t^\alpha / A_{t-1} - \delta = s_A \lambda (k_t / A_t)^\alpha - \delta = s_A \lambda (\lambda \alpha)^{\alpha/(1-\alpha)} - \delta.$$

Отсюда $s_A = \left((c^A)^{1/\beta} + h^{1/\beta} \delta \right) / \left(h^{1/\beta} \lambda^{1/(1-\alpha)} \alpha^{\alpha/(1-\alpha)} \right)$.

Ограничение (12) можно переписать для рассматриваемой траектории в виде
 $c^A k_{t-1} = D k_{t-1} + s_k y_{t-1}$ или $(c^A - D) k_{t-1} = s_k \lambda A_{t-1}^{1-\alpha} k_{t-1}^\alpha$, отсюда $(c^A - D) (k_{t-1} / A_{t-1})^{1-\alpha} = s_k \lambda$. С
учетом (41) получаем $s_k \lambda = (c^A - D) \lambda \alpha$ или $s_k = (c^A - D) \alpha$. Общая норма накопления

$$s = \left((c^A)^{1/\beta} + h^{1/\beta} \delta \right) / \left[h^{1/\beta} \lambda^{1/(1-\alpha)} \alpha^{\alpha/(1-\alpha)} \right] + (c^A - D) \alpha. \quad (43)$$

**3.4. Последствия пошаговой максимизации прибыли при технологических заим-
ствовани**ях. Пусть в модели 1 ограничение (4) имеет вид $A_{Ft} \leq q[r + (Y_{t-1} - y_{t-1})^2]$.

Утверждение 6. Пошаговая оптимизация прибыли в модели 1 формирует траекторию
развития, характеризующуюся при $A_{Nt} > 0, A_{Mt-1} > 0$ следующими свойствами:

1) $k_t / A_t = (\lambda \alpha)^{1/(1-\alpha)}$;

2) $A_{Nt} / A_{t-1} = A_{Nt} / (A_{Nt-1} + A_{Ft-1}) = c^A$, где c^A – темп роста стационарной траектории,

формирующейся при пошаговой оптимизация прибыли в модели 2.

Д о к а з а т е л ь с т в о . Приравняв производную прибыли к нулю сначала по s , а
затем по γ , после некоторых преобразований получаем

$$\lambda(1-\alpha)\beta\gamma h A_{t-1}^{1-\beta} k_t + \lambda(1-\gamma)\alpha A_t (\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1})^{1-\beta} - A_t^\alpha k_t^{1-\alpha} (\gamma s y_{t-1} - \delta A_{t-1})^{1-\beta}, \quad (44)$$

$$\beta(1-\alpha)hA_{t-1}^{1-\beta}k_t - \alpha A_t(\gamma sy_{t-1} - \delta A_{t-1})^{1-\beta}. \quad (45)$$

Подстановка (45) в (44) вместо $\beta(1-\alpha)hA_{t-1}^{1-\beta}k_t$ в первое слагаемое после очевидных сокращений дает

$$k_t / A_t = (\lambda\alpha)^{1/(1-\alpha)}. \quad (46)$$

Из (3) при положительном A_{Nt} имеем

$$(\gamma sy_{t-1} - \delta A_{t-1})^{1-\beta} = A_{Nt}^{(1-\beta)/\beta} / \left[h^{(1-\beta)/\beta} A_{t-1}^{(1-\beta)^2/\beta} \right]. \quad (47)$$

Из (45) с учетом (46) и (47) следует, что

$$A_{Nt} / A_{t-1} = A_{Nt} / (A_{Nt-1} + A_{Ft-1}) = (\lambda\alpha^\alpha)^{\beta/[(1-\alpha)(1-\beta)]} [h\beta(1-\alpha)]^{\beta/(1-\beta)} = c^A. \quad (48)$$

Соотношение (48) показывает, что заимствование знаний и технологий позволяет увеличивать темпы роста общего объема используемых знаний по сравнению с автономным развитием. Действительно, если $A_{Ft} > 0$, то

$$\frac{A_t}{A_{t-1}} = \frac{A_{Nt} + A_{Ft}}{A_{Nt-1} + A_{Ft-1}} > \frac{A_{Nt}}{A_{Nt-1} + A_{Ft-1}} = c^A.$$

Однако по мере приближения к рубежу, разделяющему этапы экономического развития, возможности технологических заимствований сокращаются, т.е. величина A_{Ft-1} уменьшается. При слабости общего фона транснациональной технологической диффузии, т.е. при малых значениях q и r , темпы роста используемых ресурсов знаний A_t в модели 1 при пошаговой оптимизации прибыли становятся близки к темпам роста такого рода ресурсов при автономном развитии, т.е. к c^A . Соответственно, с учетом (46), с подобным темпом будет расти и k_t , а, следовательно, и y_t .

Если эти темпы уступают скорости смещения рассматриваемого рубежа между лидирующими и догоняющими странами, т.е. $c^A < v$, весьма привлекательной может выглядеть стационарная траектория технологического иждивенчества, получаемая в качестве следствия из утверждения 3. Это – еще одна приманка ловушки технологического иждивенчества.

Сопоставим динамику прибыли на траектории роста с темпом c^A и на стационарной траектории технологического иждивенчества с темпом v (см. следствие утверждения 3). На первой из этих траекторий прибыль в цикле $[t-1, t]$ с учетом (41) равна

$$c^A y_{t-1} - sy_{t-1} = y_{t-1} (c^A - ((c^A)^{1/\beta} + h^{1/\beta} \delta)) / [h^{1/\beta} \lambda^{1/(1-\alpha)} \alpha^{\alpha/(1-\alpha)}] - (c^A - D)\alpha.$$

На второй траектории для прибыли в цикле $[t-1, t]$ из (32) следует

$$s < (v - D)^{\alpha} \delta^{1-\alpha} / \lambda. \quad (49)$$

Поэтому выполняется $vy_{t-1} - sy_{t-1} = vy_{t-1} - s_k y_{t-1} > y_{t-1}(v - (v - D)^{\alpha} \delta^{1-\alpha} / \lambda)$. Очевидно, что темп роста прибыли на каждой из траекторий совпадает с темпом изменения соответствующего выпуска y_t . Если $c^A < v$, то траектория технологического иждивенчества имеет преимущество в темпе роста прибыли.

Сопоставим рентабельность продаж отдельного цикла для рассматриваемых траекторий, т.е. показатели $(y_t - sy_{t-1}) / y_t$. Достаточно $(c^A - D)\lambda\alpha / c^A > (v - D)^{\alpha} \delta^{1-\alpha} / v$, чтобы вблизи рубежа между лидирующими и догоняющими странами рентабельность продаж на траектории технологического иждивенчества начала превосходить рентабельность продаж на траектории пошаговой максимизации прибыли при тяготении последней к траектории роста с темпом c^A .

4. УСЛОВИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ЛОВУШКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИЖДИВЕНЧЕСТВА

Условиями преодоления ловушки технологического иждивенчества являются:

- коррекция рыночной нормы накопления, исходя из учета более долгосрочной, чем при частнопредпринимательских решениях перспективы развития;
- отказ от ориентации только на стационарные траектории роста в пользу траекторий форсированного развития, по крайней мере, до тех пор, пока не будет преодолен принципиальный рубеж между догоняющими и лидирующими странами;
- отказ от попыток преодоления этого рубежа в режиме полностью автономного развития;
- инвестиционная поддержка национального сектора R&D, исходя из учета не только краткосрочных возможностей экономии ресурсов за счет использования зарубежных разработок, но и необходимости развития собственного научно-технологического потенциала, способного в определенной мере компенсировать ограниченность доступа к новейшим технологиям.

Из утверждения 3 и его доказательства следует существование нормы накопления, обеспечивающей сохранение дистанции до рубежа между догоняющими и лидирующими странами. Увеличение этой нормы позволяет ускорить развитие в ближайший период, приблизиться к указанному рубежу, несмотря на его смещение с темпом v . Формируемая таким образом траектория уже не будет стационарной. Ее способность преодолеть заветный рубеж зависит от ряда обстоятельств. Приближение к рассматриваемому рубежу сокращает возможности технологических заимствований. Это означает, что повышение нормы накопления и

увеличение вложений в собственный сектор R&D должно быть столь значительным, чтобы перекрыть потери в притоке зарубежных знаний и технологий. Такое возможно, если уровень развития этого сектора является достаточно высоким. Иначе компенсировать сокращение технологических заимствований в текущий период не удастся даже при значительном наращивании инвестиций в собственные исследования и разработки.

На практике формирование конкурентоспособного научно-технологического потенциала страны требует значительных времени и средств. Ориентация на текущую производственную отдачу сектора R&D способна стать препятствием для создания в нем крупных заделов, способных со временем обеспечить высокую прикладную эффективность увеличения вложений в этот сектор.

Кроме того, необходимо быстрое преодоление отставания от стран-лидеров. Длительное пребывание вблизи отделяющего от них рубежа означает консервацию положения, когда страна воспринимается лидерами не столько как партнер, сколько как нежелательный соперник. Чем дольше сохраняется такое положение, тем больше накапливаемые потери от ограничения доступа к зарубежным разработкам, тем меньше шансов на преодоление этого рубежа с использованием не только собственных, но и передовых иностранных технологий.

5. ЧИСЛЕННАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ ДВУХЭТАПНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Зададим для моделей 1 и 2 следующие численные значения параметров: $D=0.8$ – доля капитала k_t , сохраняющаяся к началу следующего $t+1$ цикла; $A_{Nt} = 0.5$ – собственный (национальный) запас знаний и технологических идей, приходящийся на одного работника; $A_{F0} = 0.5$ – используемые знания и идеи из доступного мирового их запаса в начальный момент, в расчете на одного работника; $\lambda=4.0$ – общая производительность факторов производства (TFP) в секторе материального производства; $\alpha = 0.6$ – параметр производственной функции, описывающей это производство; $\beta = 0.4$ – параметр производственной функции сектора R&D; $\delta=0.5$ – удельные расходы на сохранение имеющейся материально-технической базы НИОКР (не создают нового знания); $h = 2$ – общая производительность факторов производства в секторе R&D; $q = 0.3$ – параметр, отражающий частичный характер трансформации зарубежных знаний в национальный их запас; $r = 0$ – характеристика свойственного для данной страны общего фона транснациональной диффузии знаний и технологий, тогда как $A_{Ft} \leq q|Y_{t-1} - y_{t-1}|$; данное ограничение описывает возможности использования иностранных знаний; $v = 1.2$ – темп смещения во времени уровня выпуска на одного работника, характеризующего рубеж между лидирующими странами и их преследователями.

Модель 2, траектория стационарного роста. Чтобы получить в модели траекторию стационарного роста с темпом $\nu = 1.2$, достаточно при начальном капитале $k_0 = 1.460$ принять в качестве общей нормы накопления в модели $s = 0.256$ и $s_{kt} = 0.154$, $s_{At} = 0.102$ (табл. 1).

Таблица 1. Траектория стационарного роста модели 2

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k_t	1.460	1.752	2.103	2.523	3.028	3.634	4.361	5.233	6.279	7.535
A_{Nt}	0.500	0.600	0.720	0.864	1.037	1.244	1.493	1.792	2.150	2.580
y_t	3.805	4.566	5.479	6.575	7.889	9.467	11.361	13.633	16.360	19.632
k_t/k_{t-1}		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
A_{Nt}/A_{Nt-1}		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
y_t/y_{t-1}		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200

Модель 1, траектория стационарного роста. Чтобы получить в модели траекторию стационарного роста с темпом $\nu = 1.2$, достаточно при начальном капитале $k_0 = 2.06$ и $Y_0 = 8.171$ принять в качестве общей нормы накопления в модели $s = 0.223$ и $s_{kt} = 0.134$, $s_{At} = 0.089$ (табл. 2).

Таблица 2. Траектория стационарного роста модели 1

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k_t	2.060	2.472	2.966	3.559	4.271	5.126	6.151	7.381	8.857	10.628
A_{Nt}	0.500	0.600	0.720	0.864	1.037	1.244	1.493	1.792	2.150	2.580
A_{Ft}	0.500	0.600	0.720	0.864	1.037	1.244	1.493	1.792	2.150	2.580
y_t	6.171	7.405	8.886	10.664	12.796	15.356	18.427	22.112	26.535	31.841
$Y_t - y_t$		2.400	2.880	3.456	4.147	4.977	5.972	7.166	8.600	10.320
$(Y_t - y_t)/Y_t$		0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245
k_t/k_{t-1}		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
A_{Nt}/A_{Nt-1}		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
y_t/y_{t-1}		1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200

Модель 1, последствия малого приращения нормы накопления. Если эта норма лишь немного превосходит уровень накопления на траектории стационарного роста с темпом, стабилизирующим относительную дистанцию $(Y_t - y_t)/Y_t$ до рубежа Y_t , то ловушка технологического иждивенчества не преодолевается, а траектория развития приобретает несколько рыскающий характер. Последствия увеличения нормы накопления в модели 1 до $s = 0.23$ и $s_A = s(1 - \alpha)$, $s_k = s\alpha$ представлены в табл. 3 и на рис. 2.

Таблица 3. Траектория роста модели 1 малом отклонении от нормы накопления стационарной траектории

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k_t	2.060	2.499	3.056	3.685	4.503	5.397	6.599	7.864	9.624	11.411
A_{Nt}	0.500	0.681	0.770	1.051	1.139	1.588	1.658	2.362	2.389	3.474
A_{Ft}	0.500	0.600	0.646	0.834	0.854	1.183	1.140	1.701	1.537	2.472
y_t	6.171	7.653	8.985	11.273	13.000	16.534	18.727	24.155	26.894	35.168
$Y_t - y_t$		2.152	2.781	2.847	3.943	3.798	5.672	5.124	8.240	6.993
$(Y_t - y_t)/Y_t$		0.219	0.236	0.202	0.233	0.187	0.232	0.175	0.235	0.166
k_t/k_{t-1}		1.213	1.223	1.206	1.222	1.198	1.223	1.192	1.224	1.186
A_t/A_{t-1}		1.363	1.130	1.365	1.084	1.394	1.044	1.425	1.011	1.454
y_t/y_{t-1}		1.240	1.174	1.255	1.153	1.272	1.133	1.290	1.113	1.308

Модель 1, преодоление ловушки технологического иждивенчества. Увеличение нормы накопления в модели до 0.26 обеспечивает преодоление такой ловушки. При $s = 0.28$ и $s_A = s(1-\alpha) = 0.112$, $s_k = s\alpha = 0.168$ это происходит относительно быстро (табл. 4 и рис. 3).

Таблица 4. Преодоление ловушки технологического иждивенчества в модели 1

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k_t	2.060	2.685	3.626	4.667	6.040	7.655	9.632	12.155	15.540	20.249
A_{Nt}	0.500	1.032	1.320	1.789	2.321	2.897	3.610	4.575	5.931	7.783
A_{Ft}	0.500	0.600	0.302	0.376	0.117	0.041	0.164	0.626	1.603	3.419
y_t	6.171	8.799	10.512	13.731	16.806	20.878	26.485	34.620	46.531	63.918
$Y_t - y_t$		1.006	1.255	0.389	0.138	-0.545	-2.086	-5.342	-11.397	-21.757
$(Y_t - y_t)/Y_t$		0.103	0.107	0.028	0.008	-0.027	-0.085	-0.182	-0.324	-0.516
k_t/k_{t-1}		1.303	1.351	1.287	1.294	1.267	1.258	1.262	1.279	1.303
A_t/A_{t-1}		2.064	1.279	1.356	1.297	1.248	1.246	1.267	1.297	1.312
y_t/y_{t-1}		1.426	1.195	1.306	1.224	1.242	1.269	1.307	1.344	1.374

Модель 1, последствия недоинвестирования сектора R&D. Рассмотрим, к чему приводит стремление сэкономить на инвестициях в собственный сектор R&D при норме накопления, обеспечивающей преодоление ловушки технологического иждивенчества. При $s=0.28$ сокращение доли этих инвестиций с $s_A = 0.112$ до $s_A = 0.084$ заметно снижает темпы роста выпуска, что видно из сопоставления табл. 4, 5, графиков на рис. 3, 4.

Таблица 5. Последствия недоинвестирования сектора R&D в модели 1

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k_t	2.060	2.857	3.760	5.088	6.461	8.420	10.539	13.283	16.585	20.825
A_{Nt}	0.500	0.404	0.886	1.068	1.556	2.015	2.507	3.182	3.933	4.970
A_{Ft}	0.500	0.600	0.685	0.347	0.577	0.107	0.278	0.107	0.337	1.025
y_t	6.171	7.523	10.608	12.197	16.588	19.405	24.756	30.401	38.552	50.623
$Y_t - y_t$		2.282	1.158	1.922	0.356	0.928	-0.357	-1.122	-3.418	-8.462
$(Y_t - y_t)/Y_t$		0.233	0.098	0.136	0.021	0.046	-0.015	-0.038	-0.097	-0.201
k_t/k_{t-1}		1.387	1.316	1.353	1.270	1.303	1.252	1.260	1.249	1.256
A_t/A_{t-1}		0.809	2.191	1.205	1.457	1.295	1.244	1.269	1.236	1.264
y_t/y_{t-1}		1.219	1.410	1.150	1.360	1.170	1.276	1.228	1.268	1.313

Модель 1, траектория технологического иждивенчества. Рассмотрим, к чему приводит полный отказ от развития собственного сектора R&D, т.е. ставка исключительно на технологические имитации, на заимствование знаний и технологий из-за рубежа. При $s = 0.28$ фиксация $s_A = 0$, $A_{Nt} = 0$ траектория выпуска переходит в режим колебаний вокруг смещающегося рубежа Y (рис. 5).

6. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ ДОГОНЯЮЩЕГО РАЗВИТИЯ И ОТКРЫТЫЕ ВОПРОСЫ

Модель догоняющего развития учитывает:

- 1) необходимость существенных затрат для сохранения имеющегося запаса знаний;
- 2) нелинейность процессов транснациональной диффузии знаний и технологий;
- 3) подверженность этих процессов влиянию институциональных факторов.

Параметры q , r – характеризуют институциональные условия диффузии знаний и технологий в страну из внешних источников. Можно интерпретировать q как внутренние для данной страны ограничения на приток иностранных знаний и технологий. Эти ограничения формируются правовыми условиями для иностранных инвестиций, уровнем защиты иностранной интеллектуальной собственности, что важно для легального заимствования зарубежных знаний, и т.д. Допустима трактовка параметра r как характеристики институтов, определяющих отношения данной страны и обладающих передовыми технологиями и знаниями стран. Так, участие в региональной политико-экономической группировки с такими странами существенно расширяет возможности приобщения к их научно-технологическим достижениям. Платой за подобную интеграцию становится сужение экономического суверенитета страны, ограничение ее свободы в выборе стратегии развития.

Хотя в первом приближении можно интерпретировать A_{Nt} как инновационные, а A_{Ft} как имитационные ресурсы страны, соотношение между этими ресурсами имеет более сложный характер. Одним из важных факторов восприимчивости страны к зарубежным знаниям является наличие у нее достаточно квалифицированных специалистов, способных осмыслить предоставляемые знания и технологии. Экзогенная фиксация параметра q в рассмотренной модели оставляет этот фактор за рамками данной модели. Устранению этого изъяна отвечает введение в нее зависимости $q_t = q(A_{Nt})$. При таком совершенствовании модели можно ожидать, что вклад собственного сектора R&D в решение задач догоняющего развития еще больше возрастет.

Упрощенность описания модели диффузии знаний и технологий не ограничивается только фиксацией параметра q . Вхождение в клуб развитых стран снимает часть информационных барьеров, однако по мере приобщения к их достижениям все ощутимей становится ограниченность запаса знаний, имеющегося у самих лидеров мировой экономики. С учетом этого условие (4) может приобрести следующий вид: $A_{Ft} \leq q[r + f_1(Y_{t-1}, y_{t-1}) + f_2(Z_{t-1}, y_{t-1})]$, где Z_{t-1} – уровень выпуска на одного работника, соответствующий степени освоения мирового запаса знаний странами-лидерами. Условие (4) может приобрести, в частности, такую форму:

$$A_{Ft} \leq \begin{cases} q(r + |Y_{t-1} - y_{t-1}|), & 0 \leq y_{t-1} \leq (Z_{t-1} + Y_{t-1})/2, \\ q(r + Z_{t-1} - y_{t-1}), & (Z_{t-1} + Y_{t-1})/2 < y_{t-1} \leq Z_{t-1}. \end{cases}$$

Соответствующая корректировка модели догоняющего развития имеет особое значение для анализа ситуации после преодоления барьера между лидирующими и остальными странами. Представленное уточнение условия (4) важно для раскрытия роли собственного сектора R&D при научно-технологическом соперничестве с другими развитыми странами.

Более тонким обстоятельством является то, что в эпоху инновационной конкуренции не только накопление, но и потребление выступает фактором формирования сравнительных преимуществ в этой конкуренции. Сама грань между потреблением и накоплением становится все менее четкой. Конкурентоспособность самих работников на рынке труда в возрастающей мере определяется их собственным потреблением продукции производящего знания сектора. Предъявляемый населением спрос на эту продукцию предстает одной из составляющих процесса накопления в экономике.

Необходим более обстоятельный модельный анализ возможностей рыночной самонастройки на необходимую для подтягивания к передовым странам норму накопления в экономике. При этом анализе применительно к крупной экономике весьма важен учет инновационного эффекта потребления, поскольку производство в такой экономике сильно зависит от внутреннего спроса. Повышение нормы накопления в ней может ограничивать внутренний

спрос и, соответственно, понижать уровень цен на производимую продукцию. В рассмотренной модели такого рода связь не представлена. Учет ее способен привести к понижению нормы накопления при ориентации последней на максимизацию прибыли, что отвечает рыночному принципу формирования этой нормы.

О последствиях изменения внутреннего спроса можно в определенной мере судить по уже исследованным результатам влияния на экономический рост таких факторов, как импортные тарифы, увеличение правительственных доходов/расходов, накопление валютных резервов (Polterovich, Popov, 2005). Все эти меры тесным образом связаны с величиной внутреннего спроса и их последствия во многом зависят от уже достигнутых уровня подушевого дохода и качества институтов. Эти институты определяют, в частности, структуру распределения доходов в обществе, а с ней и структуру потребления: растут ли они за счет массового спроса или концентрируются в группе с такими доходами, при которых ни импортные тарифы, ни обменный курс не имеют решающего значения. Не удивительно, что чем ниже подушевой доход, тем тяжелее последствия институциональных изъянов для экономического развития.

Рассмотренная модель исходит из наличия эмпирически выявляемого рубежа между лидирующими и остальными странами. Фиксируется этот рубеж для некоторого момента времени в абсолютной величине подушевого дохода или в пропорции к подушевому доходу страны-лидера, не имеет принципиального значения. Другое дело переход к моделям, в которых этот лидер уже не является пассивным наблюдателем попыток сблизиться с ним. Качественно новый уровень осмысления отношений между лидирующей и догоняющей странами должна обеспечить модель, в явном виде описывающая противоречивые интересы лидера в сфере диффузии знаний и технологий. С одной стороны, он заинтересован в специализации на высокотехнологичных производствах с высокой долей добавленной стоимости и избавлении от устаревающих технологий, в расширении своих рынков сбыта. С другой – оправданы опасения, что диффузия знаний и технологий ускорит становление в отстающей стране современного сектора исследований и разработок и превратит ее в опасного конкурента в новейших отраслях.

Каково совокупное влияние различных уточнений и преобразований модели догоняющего развития на норму накопления, обеспечивающую подравнивание с лидерами, на рациональное распределение инвестиций? Каковы могут последствия перехода от условных к эмпирически оправданным значениям параметров модели? Все это – открытые вопросы.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на определенные упрощения, анализ модели догоняющего развития свиде-

тельствует о том, что поддержка собственного сектора исследований и разработок существенно повышает устойчивость такого развития². В сочетании с достаточно высокой нормой накопления в экономике это способствует преодолению ловушки технологического иждивенчества. Другими словами, чтобы приближение к передовым странам носило не эпизодический характер, необходимо опираться не только на возможности имитации разработок лидеров, но и культивировать собственный сектор производства знаний. Этот сектор – основа инновационного потенциала страны, и одновременно принципиальный фактор укрепления ее имитационного потенциала.

Как видно из иллюстративных расчетов по модели догоняющего развития, достаточно увеличения нормы накопления с 22.3% до 26%, чтобы с консервирующей отставание траектории развития перейти на траекторию его преодоления. Увеличение рассматриваемой нормы до 28% позволяет сделать это относительно быстро. Конечно, иллюстративная модель не дает надежной подсказки того, каково должно быть значение этой нормы на практике. Поучительно, однако, то, что при рациональном распределении инвестиций между секторами экономики даже относительно небольшое изменение нормы накопления может оказаться судьбоносным для развития страны.

Совпадение необходимой для выравнивания с лидерами нормы накопления и формируемой на чисто рыночной основе, исходя из максимизации прибыли за учитываемый бизнесом период времени, – это скорее исключение, чем правило. Поддерживаемая промышленной политикой экспортная активность бизнеса не только способствует модернизации производства, но и ослабляет понижательное влияние на норму накопления со стороны ограничений внутреннего спроса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Портер М.** (1993): Международная конкуренция. М.: Международные отношения.
- Эльянов А.** (2004): Глобализация и догоняющее развитие // *МЭиМО*. № 1.
- Acemoglu D., Aghion P., Zilibotti F.** (2002): Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth. NBER Working Paper № 9066. [Http://nber.org/papers/w9066](http://nber.org/papers/w9066).
- Barro R.J., Sala-i-Martin X.** (1995): Economic Growth. N.Y.: McGraw-Hill.
- Bottazzi L., Peri G.** (2005): The International Dynamics of R&D and Innovation in the Short and in the Long Run. NBER Working Paper № 11524. [Http://www.nber.org/papers/w11524](http://www.nber.org/papers/w11524).
- Branstetter L.** (2001): Are Knowledge Spillovers International or Intranational in Scope? Micro-econometric Evidence from the U.S. and Japan // *J. of International Econ.* Vol. 53. № 1.

² Об отрицательном влиянии макроэкономических флуктуаций на долгосрочный экономический рост бедных стран см. (Hnatkovska, Norman, 2003).

Bresis E., Krugman P., Tsiddon D. (1993): Leapfrogging in International Competition: A Theory of Cycles in National Technological Leadership // *American Econ. Rev.* Vol. 83. № 5.

Henkin G., Polterovich V. (1999): A Difference-differential Analogue of the Burgers Equation and Some Models of Economic Development // *Discrete and Continuous Dynamic Systems.* Vol. 5. № 4.

Hnatkovska V., Norman L. (2003): Volatility and Growth. World Bank Policy Research Working Paper № 3184.

Howitt P., Mayer-Foulkes D. (2002): R&D, Implementation and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs. NBER Working Paper 9104.

Howitt P. (2000): Endogenous Growth and Cross Country Income Differences // *American Econ. Rev.* Vol. 90. № 4.

Iyigun M.F. (2001): Technology Life-Cycles and Endogenous Growth. [Http://www.ssrn.com/ssrn-id250469](http://www.ssrn.com/ssrn-id250469).

Jaffe A., Trajtenberg M., Henderson R. (1993): Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations // *Quarterly J. of Econ.* Vol. 108.

Keller W. (2000): Geographic Localization of International Technology Diffusion. NBER Working Paper №7509. [Http://www.nber.org/papers/w7509](http://www.nber.org/papers/w7509).

Lederman D., Maloney W.F. (2003): R&D and Development. World Bank Policy Research Working Paper 3024.

Osborne E. (2003): The Sources of Growth at Different Levels of Development. [Http://www.ssrn.com/ssrn-id462200](http://www.ssrn.com/ssrn-id462200).

Parente S., Prescott E. (2000): Barriers to Riches. Cambridge: MIT Press.

Pavitt K. (2001): Public Policies to Support Basic Research: What Can the Rest of the world learn from US theory and Practice? (and what they should not learn) // *Industrial and Corporate Change.* Vol. 10. № 3.

Peri G. (2005): Determinants of Knowledge Flows and their Effects on Innovation // *Rev. of Econ. and Stat.* Vol. 87. № 2.

Polterovich V., Popov V. (2005): Appropriate Economic Policies at Different Stages of Development. [Http://www.nes.ru/english/research/pdf/2005/PopovPolterovich.doc](http://www.nes.ru/english/research/pdf/2005/PopovPolterovich.doc).

Polterovich V., Tonis A. (2005): Innovation and Imitation at Various Stages of Development: A Model with Capital. Working Paper # 2005/048.

Segerstrom P.S. (1991): Innovation, Imitation, and Economic Growth // *J. of Polit. Econ.* Vol. 99. № 4.

World Bank (2005): World Development Indicators 2005. [Http://www.worldbank.org/data/wdi2005](http://www.worldbank.org/data/wdi2005).

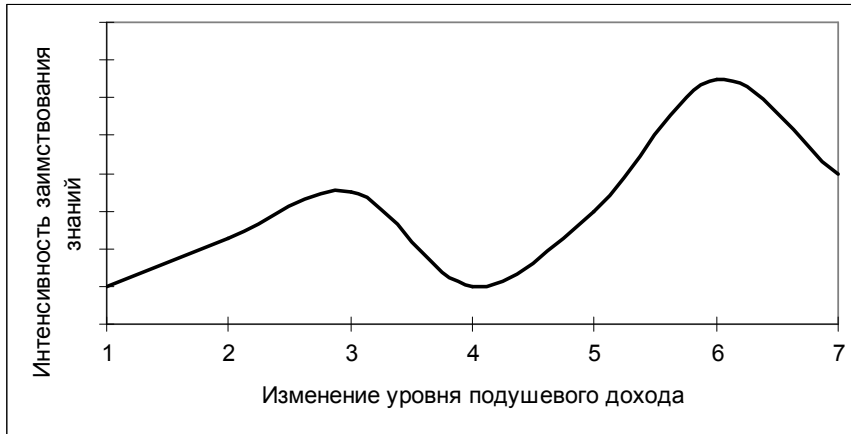


Рис. 1. Динамика накопления знаний за счет их заимствования из-за рубежа

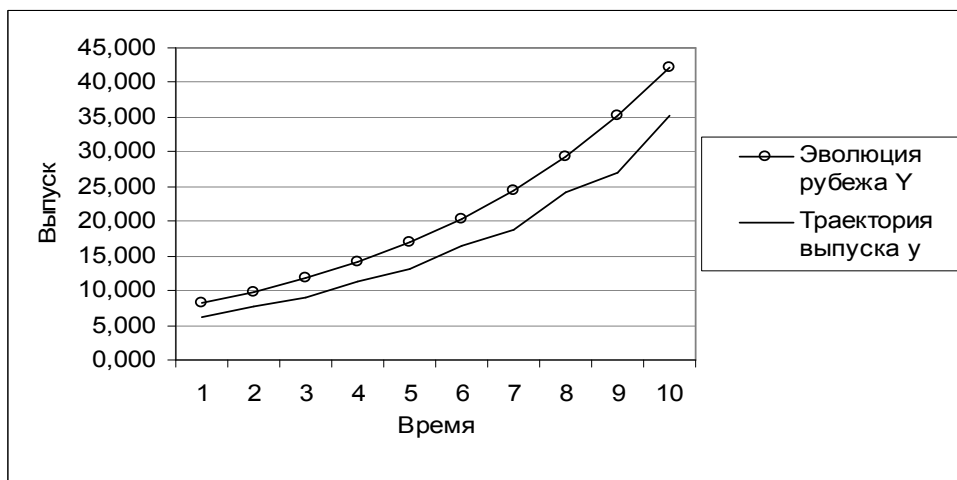


Рис. 2. Траектория роста модели 1 при малом отклонении от нормы накопления стационарной траектории

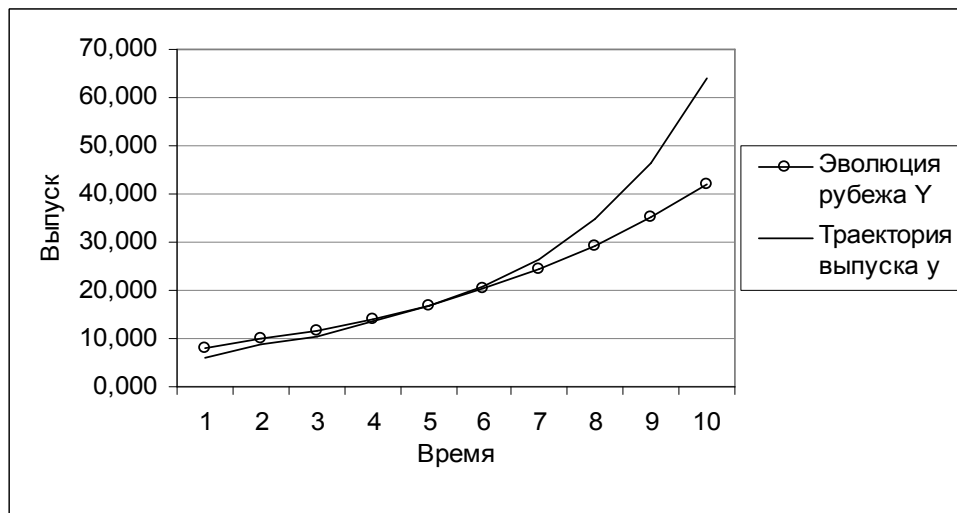


Рис. 3. Преодоление ловушки технологического иждивенчества в модели 1

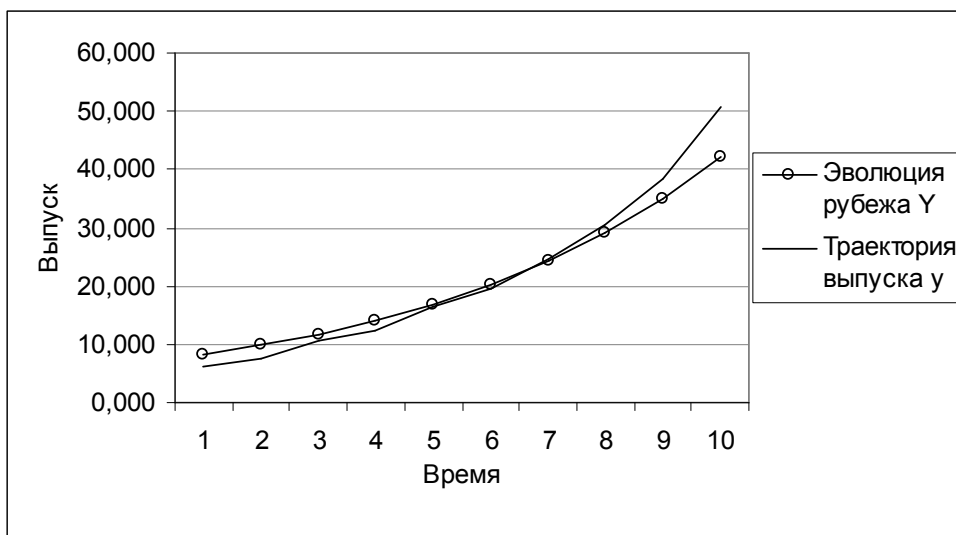


Рис. 4. Последствия недоинвестирования сектора R&D в модели 1



Рис. 5. Траектория технологического иждивенчества модели 1