

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ТИП ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА** **(моделирование и практические обобщения в области инновационного развития)**

### **1. Проблема «инновационной» гонки**

Всемирный экономический форум (ВЭФ) в 2005-2006 гг. провёл очередное исследование 104 стран мира на предмет использования ими информационных и телекоммуникационных технологий, которые закономерно рассматриваются как технологии высокого уровня, подчёркивая уровень развития экономической системы. В итоге страны ранжировались по уровню технической и технологической развитости. На начало 2006 года первое место занимал Сингапур, который незначительно обошёл США, лидировавшие по этому показателю долгое время. Затем расположились в рейтинге Исландия, Финляндия, Дания, а уже потом – США. Россия, согласно этому оценочному подходу заняла 62 место, расположившись между Коста-Рикой и Пакистаном.

Исследовательская организация RAND Corporation рассчитывает Индекс способности к развитию науки и технологий. В этом индексе учитываются: уровень общего экономического развития страны, доля инженеров и учёных в общей численности населения, объём научных публикаций и их значимость, затраты на НИОКР. Россия в 2006 году оказалась на 19 месте с коэффициентом 0,89. Япония, Корея, Тайвань, США, Израиль имеют более высокий показатель. Отличительной особенностью России является низкий уровень развития экономики, незначительные затраты на НИОКР и мало число патентов. Рейтинг США составляет 5,03. Из 16 ключевых технологий, Россия только к 2020 году теоретически сможет освоить 10-12. Это при условии сохранения научно-технической инфраструктуры, повышения эффективности государственного управления.

Согласно исследованию Технологического института Джорджии, который вот уже 20 лет занимается оценкой технологических индикаторов экономик мира, Китай по технологическому рейтингу за 2007 год занимает первую позицию, получая 82,8 балла, США – вторую позицию с 76,1 баллом. Далее идут: Германия (66,8), Япония (66), Франция (45,3), Южная Корея (44,4), Великобритания (43,6), Сингапур (43,4), Голландия (43) и Тайвань (34,5)<sup>1</sup>. Россия не входит в десятку лидеров. Резкая смена лидера в технологической гонке высоким уровнем национальной ориентированности на технологическую конкуренцию, благоприятной социально-экономической атмосфере в

---

<sup>1</sup> По данным GIT, High Tech Indicators, 2007.

обществе, подготовленностью технологической инфраструктуры и значительными производственными мощностями китайской экономики. Важным обстоятельством выступает эффективность цепочки от НИОКР до конечного продукта, что в совокупности со стратегией имитации чужих технических достижений при использовании принципа “приращения технического результата”, тиражирования и массового обучения, в условиях стабильного экономического роста – позволили Китаю осуществить рывок в области новых технологий. Главной особенностью технологического роста Китая стал равномерный и постоянный его характер, при цикличности технологического развития в Японии или экономиках азиатских тигров.

Относительно России, сегодня на НИОКР выделяется примерно 10% всего объёма инвестиций, а в Европе этот показатель приближается к 50%, а по отдельным странам, таким как Франция, Норвегия, Германия, он существенно выше. При этом, Россия закупает машин и оборудования несколько больше, нежели названные европейские страны, которые по данным видам обеспечивают себя сами. Следовательно, потребности в этом довольно большие, уровень потребления техники высок, что связано с высокой величиной износа основных фондов, а также появлением совместных производств на территории России, а также заводов крупных иностранных корпораций. Более того, согласно позиции У.Баумоля<sup>2</sup>, высокотехнологичные фирмы воспроизводят режим технологической гонки, поскольку ни одна из таких фирм не может отстать от своих конкурентов, иначе, она потеряет свои рыночные позиции. Инновационная стратегия для неё выступает своеобразным «наркотиком», доза которого, по идее, должна возрастать. Но тогда возникают вопросы, касающиеся того, как долго может происходить такая гонка, будет ли обеспечена она необходимой ликвидностью, насколько опасен и выгоден ли переход фирмы к консервативной стратегии своего развития и где пределы такого роста?

Организация отдельных крупных промышленных структур [монополий] не решит проблем развития конкурентных технологически развитых производств, если не воссоздана вся цепочка получения наукоёмкого результата, начиная от состояния фундаментальных исследований и прикладных НИОКР, заканчивая состоянием элементной базы, взаимозаменяемых изделий, производственной инфраструктуры. Если для машиностроительного предприятия купить отечественный шарикоподшипник с необходимыми свойствами представляет серьёзную проблему, так как их просто нет, не производится, о каком машиностроении тогда возможно говорить? Сегодня фирмы США и Германии выпускают оборудование для получения мультикремния

---

<sup>2</sup> Baumol W. Red-Queen Games: arm races, rule of law and market economies // Journal of Evolutionary Economics, 2004, vol. 12(2).

производительностью от 250 до 2000 кг/цикл. Стоимость примерно от 600 до 800 тыс. евро. Россия могла бы делать за 400-500 тыс. евро при том же качестве (паритет с Китаем). Российская наука готова создать такие и даже лучшие установки, но нет инвестиций, нет финансовых вложений. Государство не видит проблемы, а частный бизнес недооценил ещё рынок, да и не может пускаться в долгосрочные проекты со значительной отсрочкой по окупаемости. США и Германия выпускают всего 10 установок в год, но потребность в мире значительно больше и растёт ежегодно. Имеются данные, что только за 1997-2002 гг. ежегодный рост «солнечной» энергетики превысил 25%. Её основа – фотоэлектроника, преобразователи, которые производят на кремниевых пластинах, а эти пластины получают как раз из монокристаллов чистого кремния, либо из поликристаллов столбчатой структуры (мультикремний). Прогноз потребности в мире в чистом кремнии до 2030 г. 1 млн. тонн. Относительно общего объёма производства фотоэлектрических преобразователей из поликремния делают примерно 44%. В России всего 7-10%, так как просто нет оборудования для получения мультикремния, который дешевле монокремния примерно в пять раз. К 2010 году планируется в России запустить 4 завода по производству чистого кремния, а установок нет. Ориентир – на покупку зарубежных установок в США и Германии, хотя их стоимость почти в 2 раза выше, чем потенциальное производство этих же установок в России. Безусловно, этот пример – ярчайший показатель стратегического провала обеспечения национальной и технологической безопасности нашей страны, институциональной неготовности к воспроизведению и восприятию инноваций.

## **2.. Экономический рост и инновации**

Модель экономического роста Роберта Солоу, получившая всемирную известность, построена на основе применения аппарата производственных функций с предположением об изменении экономической отдачи, причём сама функция отдачи считается стабильной. Однако, сам Р.Солоу, прекрасно понимал<sup>3</sup>, что производственная функция даёт лишь априорное представление о взаимосвязи важнейших факторов. При этом модель не исходит из того, что должна изменяться с течением времени сама взаимосвязь факторов и могут подключаться новые факторы, что неукоснительно приводит к необходимости пересмотра вида производственной функции, используемой в такой модели роста.

---

<sup>3</sup> Soloy R. Perspectives of the theory of growth// Journal of Economic Perspectives – Winter, 1994.- vol 8, №1. – p. 45-54.

Экономическая наука добилась существенных результатов в области теории экономического роста, а в последнее время наибольшей популярностью пользуются работы, направленные на включение в эти модели компонент технических изменений. Таким образом, считается, что данный шаг придаст правдоподобности в описании экономического роста, с вытекающими полезными рекомендациями и в области экономической политики. Проблемы, связанные с включением НИОКР в модели роста, состоят в непредсказуемости самих НИОКР, когда часть из них заканчивается вообще отрицательным результатом, только единичные и довольно редко приводят к открытиям, которых никто не ожидал. Эту неопределённость довольно трудно учесть в рамках модели. Вместе с тем, если продолжать делить факторы влияния на рост на эндогенные и экзогенные, прогресс в моделировании вряд ли будет заметен. Причина в том, что НИОКР являются частью системы, которая растёт, поэтому неадекватно рассматривать их как нечто внешнее по отношению к этой системе. Модель роста должна отражать факты роста экономики<sup>4</sup>. При этом, нужно, бесспорно, учитывать, что прошлый рост происходил в иных технологических и институциональных условиях, чем рост нынешний. Экономический рост сегодня есть некое кумулятивное выражение прошлого роста. К сожалению, разработки, осуществлённые в 1990-ые годы в рамках теории роста, копировали старые методологические подходы, хотя и развивали как дискуссию, так и способы моделирования<sup>5</sup>. Например, в исследовании П. Эгхиона и П.Хоуитта<sup>6</sup> предложена модель, в которой «созидательное разрушение» по Й.Шумпетеру предстаёт в виде механизма появления одних новаций за счёт ликвидации других, предшествовавших. Однако эта идея абсолютно не нова и реализована при классификации технико-экономических парадигм или их элементов – технологических укладов. На самом деле, появление новации возможно не за счёт сокращения возможностей прошлых технологий, а иногда происходит даже усиление предшествующей модели, технологических возможностей за счёт появившейся новации. Информационная экономика даёт эмпирические подтверждения этому. Выделение ресурсов на НИОКР может совершенно не приводить к увеличению отдачи и даже появлению новаций, если данные НИОКР завершаются отрицательным результатом. Поэтому выбор модели развития, создание, проектирование этой модели представляет нетривиальную задачу, причём решение этой задачи для каждой страны должно иметь самостоятельное значение, ибо факты развития промышленных организаций [технических систем] для каждого государства – свои.

---

<sup>4</sup> Этому правилу следовал, в частности, один из авторитетов в области проблем экономического роста Саймон Кузнец и его последователь Эдвард Денисон.

<sup>5</sup> Конечно, здесь автор не может коснуться всего имеющего набора достижений и источников, такая цель и не ставилась. Речь идёт о наиболее ярких и показательных работах и достижениях, вызвавших дискуссию.

<sup>6</sup> Aghion, P. Howitt A Model of Growth through Creative Distruction // *Econometrica*, March, 1992, p. 322-352.

Модель Э.Янга<sup>7</sup> обучения на опыте полезна при изучении влияния НИОКР на развитие, она даже более полезна в управленческом смысле, нежели для теории экономического роста.

Однако цели экономии ресурсов и повышения производительности могут достигаться за счёт имитации лучших достижений, рационализаторства, как реакция на поведение потребителей – то есть операционально, благодаря совершенствованию рутин фирмы, перманентных улучшений и соответствующей политики менеджмента. Очевидно, что модели роста технических систем должны строиться на обобщении их функций, предназначения, с учётом общей стратегии хозяйственных агентов, каждый из которых реализует свою стратегию, но в какой-то момент времени может её изменить на иную. Для появления инновации нужен не только генератор в виде изобретательских способностей, смелости предпринимателя, поощрительной политики властных иерархий, но и, главным образом, способность среды принять и распространить инновацию. Инновации представляются как изменения в производственных функциях, которые не могут быть подвержены какому-либо делению. Идея о восприимчивости или невосприимчивости того или иного нововведения наглядно демонстрирует, что институциональная структура хозяйства может отвергать инновационное развитие, то есть закреплённые правила и процедуры, в этом случае, не позволяют внедряться интеллектуальным продуктам, придуманным людьми. Примеров тому, как совершенные изобретения и открытия реализовывались, то есть превращались в инновацию через десятки и более лет после их совершения – множество

### **3. Модель экономики, восприимчивой и невосприимчивой к инновациям**

Специфика интеллектуальной сферы такова, что скорость ее прироста принципиально ограничена, наращивание знаний требует определенного времени. Процесс характеризуется двумя противоположными эффектами: кумулятивного накопления и распада. Увеличение объема производства требует все больших расходов ресурсов. При ограничении объема ресурса его стоимость должна возрасти, что требует дополнительных расходов на единицу продукции. Численные эксперименты показывают множество режимов, описывающих эволюцию процесса распространения нововведений, с

---

<sup>7</sup> Young A. Invention and Bounded Learning by Doing // Journal of Political Economy, June, 1993.- p. 443-472.

учётом группы важнейших институциональных параметров, определяющих инновационную динамику в рамках экономической системы<sup>8</sup>.

Модель описывает взаимодействие двух секторов: материального и интеллектуального. При выводе уравнений использовались следующие предположения:

1. В процессе производства используется некоторый объем ресурсов  $\Delta R$ , полученный в результате затрат прошлого года продукта в области материальных ресурсов. 2. Расходы на интеллектуальную сферу предполагались равными:  $M = eX$ .

Важно отметить, что модель объясняет динамику изменения отдельных параметров, особенно переменных, ответственных за институциональные эффекты и имеющих лимитирующее влияние на развитие интеллектуального и материального секторов экономики. Скорость роста интеллектуальных ресурсов примем равной:

$$V_1 = -\frac{dI}{dt} = \frac{dA_1}{dt} = k_1 I \quad ,$$

где  $I=eX$ - объем инвестиций в интеллектуальную сферу;

$A_1$  - увеличение объема интеллектуальных ресурсов за счет инвестирования.

Скорость распада интеллектуальных ресурсов:

$$V_2 = -\frac{dA_2}{dt} = k_2 A \quad (*)$$

$$\text{тогда } V_A = \frac{dA}{dt} = \frac{dA_1 + dA_2}{dt} = k_1 I - k_2 A$$

Решая уравнения, окончательно можно прийти к следующей системе уравнений:

$$X(t+1) = (p_0 + p_1 A(t)) \frac{X * R}{R + g * X}$$

$$R(t+1) = R(t) - \frac{X * R}{R + gR} + h + (A(t) + \alpha A(t)(A_{\max} - A(t)))$$

$$A(t) = \frac{k_1 * e * X}{k_2 - k_1} (e^{-k_2 t} - e^{-k_1 t})$$

где  $X(t)$  – объем производства (эффективность деятельности);  $R(t)$ – объем доступных ресурсов;  $A(t)$ – уровень интеллектуального потенциала (объем достоверной информации);  $(k(t))$ – константы интенсивности изменения параметров;  $\alpha$  – коэффициент

---

<sup>8</sup> Представленная модель разработана в наших совместных исследованиях с моим учеником д.э.н., к.х.н. С.В.Шманёвым, а также им развита и детализирована. См.: Сухарев О.С., Шманёв С.В. Инвестиции в человека: фирма и система высшего образования (аспект моделирования)/ Материалы вторых Друкеровских чтений. – М.: Доброе слово, 2007 – С. 100 – 114. Сухарев О.С., Шманёв С.В. Модель инвестиций в интеллектуальные системы экономики// Инвестиции в России, 2005, №11.

прироста интеллектуального потенциала;  $g$ ,  $\beta$ ,  $p$  – коэффициенты транзитивности;  $h$  – параметр усвоения инноваций.

Допустим, в начальной точке экономика не располагает технологически развитым производством, но обладает большим объемом неосвоенных природных ресурсов. Эту ситуацию можно трактовать как наличие «сырьевой колонии», либо моноэкспортной страны, живущей исключительно за счёт экспорта природного сырья. Проблемы преодоления отсталости, допустим, решались в рамках концепции «большого рывка», получившей в разных вариантах наименование мобилизационной стратегии. Однако имитационное испытание подобного или очень похожего на мобилизационную стратегию сценария развития подтверждает невысокую степень её эффективности применительно к указанным странам. Причина в том, что не учитываются институциональные факторы инновационного развития, готовность экономики воспринять инновации, эффекты замещения капитала, физического труда, природных ресурсов и интеллекта как самостоятельного фактора производства. Если интеллект никак не используется в производстве, то рост будет недолгим. Произойдёт довольно быстрое исчерпание природных ресурсов, и когда их объём упадёт ниже определенного уровня, начинается быстрый спад в экономическом развитии. При этом либо объём производства сократится в абсолютном выражении, либо произойдёт замедление темпов роста, как это наблюдается в высоко технологически развитых экономических системах.

Если в экономике «усвоение инноваций» улучшилось в институциональном смысле (рис. 1), то дальнейший рост обеспечивается исключительно интеллектуальной сферой. Эта ситуация и означает стратегию «технологического рывка», когда преодолевается бедность и страна может выйти в число высокоразвитых стран. При высокой степени усвоения инноваций, но сокращении финансирования интеллектуальной сферы, может развёртываться сценарий деградации. Если степень усвоения инноваций недостаточна, но имеется достаточное финансирование интеллектуальной сферы, происходит выход на уровень возобновляемых ресурсов.

Подводя итог, можно сделать следующий принципиальный вывод относительно возможности перехода на экономическую модель «несырьевого» развития России: если интеллектуальные ресурсы отсутствуют или используются неэффективно (ниже некоторого порогового уровня), то экономика может пребывать в бедности, демонстрируя некоторый рост, её развитие может быть только экстенсивным, либо стагнационным, но оно способно какое-то время поддерживать некоторый социальный стандарт потребления. Общая эффективность экономического развития при этом довольно низка

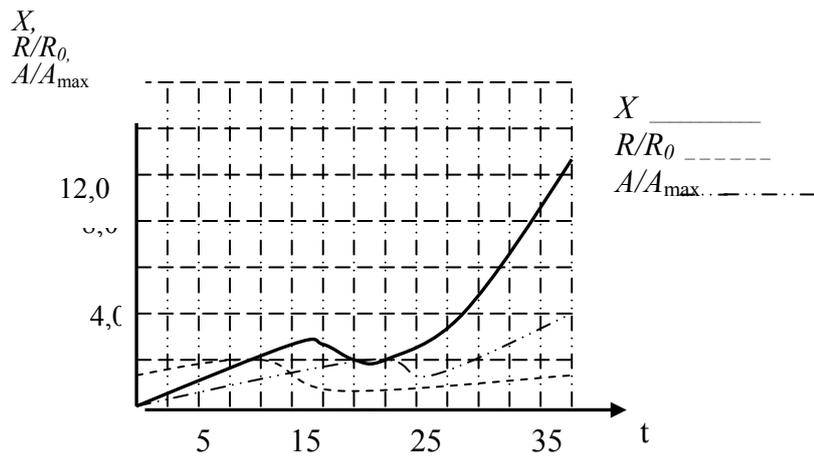


Рисунок 1 - Развитие экономики при  
восприимчивости к инновациям

. В развитии интеллектуальной сферы в целом имеется предел финансирования, когда расположение системы ниже этого предела означает конвергентный кризис интеллектуальной сферы с перспективой самоподдерживающейся стагнации, даже в условиях формального [статистического] экономического роста.