

УДК 332.05

Методы измерения инновационной деятельности несырьевого региона¹



Царегородцев Е.И.

Доктор экономических наук,
профессор кафедры экономики и финансов
Марийского государственного университета

Рассмотрены результаты инновационной деятельности Республики Марий Эл и предложены методы измерения инновационной деятельности макроэкономическими методами с использованием модифицированной модели Солоу, позволяющей не только учесть запаздывание при вводе основных фондов при инвестициях в промышленные объекты, но и обобщенный технологический прогресс.

Ключевые слова: инновации, региональная экономика, макроэкономическое моделирование, модель Солоу.

Инновационная деятельность для многих регионов, в которых отсутствуют значительные запасы полезных ископаемых, является единственным путем развития экономики. Одним из таких регионов является Республика Марий Эл, однако имеется созданный еще в советское время значительный ресурс для инновационной деятельности, имеющийся не только в двух университетах: Марийском государственном и Поволжском технологическом – преподаватели и аспиранты, но и на крупных предприятиях города и республики – инженерный корпус.

Рассмотрим на материалах этого региона основные проблемы развития инновационной деятельности, во многом схожие с проблемами других несырьевых регионов. Проанализируем опубликованные статистические данные по результатам инновационной деятельности в Республике Марий Эл, включающие период с 2000 по 2012 гг. [1]. Из 1 таблицы видим неожиданный спад в 2012 г. стоимости произведенных инновационных товаров, который составил менее четверти объема отгруженных инновационных товаров предыдущего года. Это происходит на фоне роста остальных показателей, которые должны были привести к росту итогового показателя – объема выпущенной инновационной продукции.

Из таблицы 1 видно, что удельный вес организаций, осуществляющих инновации различных видов, стабильно растет и в 2012 г. достиг рекордного значения в 10,6 %. Удельный вес затрат на техно-

логические инновации также достиг максимального за последние 8 лет значения в 1,2 % от стоимости отгруженных товаров, выполненных работ и оказанных услуг. Также стабильно растет и число организаций осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций. В 2012 г. оно выросло до 7,9 %. Это, конечно, немного, но рост налицо.

Одной из причин более чем четырехкратного снижения отгруженных инновационных товаров в 2012 г. может быть резкое падение удельного веса инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, работ, услуг с 4,9 % до 1 %. Можно ли из этого сделать вывод о неостребованности инновационной продукции наших предприятий или неэффективности затрат на инновационную деятельность, которая по данным таблицы 1 почти достигла миллиарда рублей?

Рассмотрим представленную в таблице 2 структуру этих затрат, кто являлся заказчиком инновационных исследований. Если в начале исследуемого периода средства бюджета были минимальны, то в последние три года более трех четвертей расходов на инновационные разработки покрывались за счет бюджета. Как видим, результативность этих затрат пока не очень высока, хотя, как правило, бюджетом финансируются перспективные разработки с большим сроком окупаемости.

¹ Исследования поддержаны грантом РГНФ №12-02-00023а.

Таблица 1

Основные показатели инновационной деятельности [1]

Показатель	2000 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Объем отгруженных инновационных товаров, работ, услуг, в фактически действовавших ценах, млн. руб.	399,6	327,6	989,9	702,3	889,7	1406,6	1632,2	3432,8	804,8
Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций, %	3,7	4,0	3,6	3,5	5,7	5,1	6,9	6,7	7,9
Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, работ, услуг, %	7,4	1,5	3,2	1,7	1,9	3,1	2,9	4,9	1,0
Затраты на технологические инновации, в фактически действовавших ценах, млн. руб.	131,5	200,5	55,7	80,4	130,5	507,4	221,7	549,1	935,1
Удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, работ, услуг, %	2,4	0,9	0,2	0,2	0,3	1,1	0,4	0,8	1,2
Удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации, в общем числе обследованных организаций, %.	3,7	4,0	5,3	5,6	7,5	6,9	7,9	8,6	10,6

Таблица 2

Структура внутренних затрат на исследования и разработки по источникам финансирования (в процентах к итогу) [1]

Показатели	2000 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Внутренние затраты на исследования и разработки – всего:	100	100	100	100	100	100	100	100	100
в том числе по источникам финансирования:									
собственные средства научных организаций	42,3	78,7	57,5	36,2	3,6	5,5	5,1	10,2	10,8
средства бюджета	6,6	7,2	19,8	37,8	81,4	75,1	83,7	77,8	77,7
средства внебюджетных фондов	0,0	-	0,1	-	-	0,0	0,5	0,1	-
средства организаций государственного сектора	0,8	8,5	13,4	21,2	2,3	3,9	2,8	3,1	1,0
средства организаций предпринимательского сектора	50,0	4,7	9,1	3,7	9,0	11,9	6,7	8,5	8,5
средства высших учебных заведений	-	0,0	-	-	0,8	0,4	0,1	0,1	-
средства частных некоммерческих организаций	-	-	-	-	0,1	1,3	0,2	0,2	0,6
средства иностранных источников	0,3	0,9	0,1	1,1	2,8	1,9	0,9	-	1,4

Вторым важным показателем инновационной деятельности является численность персонала, занятого исследованиями и разработками (табл. 3). Как мы можем видеть, за рассматриваемый период число исследователей уменьшилось более чем в 10 раз, причем в наибольшей степени это сокращение коснулось вспомогательного персонала, его осталось менее 5 %. А для серьезных исследований нужны не только идеи, для их претворения в жизнь и создания инновационного продукта требуется и большой труд вспомогательного персонала.

Нарушение пропорций в структуре персонала, занятого исследованиями и разработками, также яв-

ляется причиной низкой эффективности инновационной деятельности в целом. Для устранения этой диспропорции необходимо совершенствовать систему оплаты труда всех участников инновационного процесса, нужно сделать привлекательным не только труд креативных специалистов, что в нашей стране уже сделано, но и вспомогательного персонала.

Не менее важно исследовать и структуру исследований по областям наук (табл. 4).

Снова наблюдается картина резкого сокращения численности исследователей по наиболее важному для повышения экономической эффективности производства в регионе направлению –

Таблица 3
Численность персонала, занятого исследованиями и разработками (человек) [1]

Показатели	2000 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Численность персонала – всего:	1835	1204	520	475	201	206	170	190	164
в том числе:									
исследователи	1024	821	188	196	125	118	106	108	101
техники	82	59	71	61	13	11	15	27	18
вспомогательный персонал	585	245	189	162	34	53	25	27	20
прочий персонал	144	79	72	56	29	24	24	28	25

Таблица 4
Численность исследователей по областям науки (человек) [1]

Год	Численность исследователей – всего	в том числе по областям науки					
		естественные	технические	медицинские	сельскохозяйственные	общественные	гуманитарные
2000 г.	1024	16	766	176	29	5	32
2005 г.	821	9	499	194	86	4	29
2006 г.	188	10	120	-	29	3	26
2007 г.	196	14	121	-	28	2	31
2008 г.	125	9	47	-	26	11	32
2009 г.	118	10	35	-	26	15	32
2010 г.	106	13	19	-	23	17	34
2011 г.	108	10	19	-	22	25	32
2012 г.	101	9	9	-	23	26	34

техническим наукам. Если в гуманитарных, естественных и сельскохозяйственных науках число исследователей осталось примерно на том же уровне, а в общественных даже выросло, то в технических упало до критически малого уровня. И это – при достаточно большом количестве предприятий республики, производящих широкую номенклатуру продукции.

Одной из причин такого положения является система отчетности, при которой предприятие не заинтересовано в отражении своей инновационной деятельности. Согласно методике сбора статистической информации, при отнесении продукции к инновационной необходимо агрегировать целый комплекс информации, которую достаточно сложно собрать. Не меньшей проблемой является отнесение инноваций к конкретной категории – технологической, маркетинговой или организационной с соответствующим сбором информации.

Предприятию проще не отражать эту информацию вообще или отражать ее на минимальном уровне, поскольку не существует стимулов со стороны государства для поощрения предприятий, у которых такая деятельность успешна, и наказания для тех, кто такой деятельностью не занимается. В основном, требование инновационности продукции выдвигает рынок, динамика объемов продаж и является отражением востребованности продукции.

Однако государственным органам необходима оценка проводимой работы по темпам и объемам инновационной деятельности в целом, поскольку, как видели ранее, в основном за счет бюджета ведутся разработки новых технологий. Представление в статистические органы таких данных можно отнести на необходимость отчитываться за расходование средств бюджета.

В любом случае необходим методический инструментарий, который мог бы отразить в макроэкономическом масштабе инновационную деятельность всех предприятий региона независимо от желания руководителей отражать ее размеры в рамках отдельных предприятий. Естественно, такие методы должны быть косвенными.

Такая задача уже давно стояла не только перед отечественными исследователями и первыми моделями были модели производственных функций, на которых не будем останавливаться подробно. В процессе их совершенствования для наших задач появились модели экономического роста. Наиболее распространенной является модель Р. Солоу (Solow R.), в которой темп прироста численности трудовых ресурсов является экзогенной величиной, технологический уровень неизменен, а отдача от двух факторов производства – труда и капитала – постоянна. Более сложная модель экзогенно учитывает и технический прогресс. Следующий

уровень сложности представляют модели, учитывающие природные ресурсы.

Значительных результатов в исследовании достиг В.А. Колемаев [3], который рассмотрел модель Солоу с учетом запаздывания при вводе фондов без учета динамики технологического прогресса и сформулировал соответствующую задачу оптимального управления нормой накопления в модели Солоу.

Для оценки влияния инновационной деятельности или технологического прогресса предполагается построение нелинейного множественного регрессионного уравнения для статистической оценки валового внутреннего и валового регионального продуктов в форме мультипликативной производственной функции с учетом инновационной составляющей.

При построении этих моделей стоимость основных фондов, объем ВВП и ВРП оценивается в сопоставимых ценах с учетом индекса потребительских цен соответствующего региона. Проводится статистический анализ точности построенных моделей и отбор наиболее адекватных моделей.

Предполагается, что процесс инвестирования и ввода фондов носит стационарный характер и подчиняется показательному распределению. Оценки точности построенных моделей позволят выбрать наиболее адекватные значения параметра, который характеризует скорость освоения инвестиций, что позволит построить соответствующий рейтинг регионов.

На основе построенных моделей производится разработка алгоритмов оптимального управления с использованием принципа максимума. Рассматривается задача оптимального управления данной системой, которая заключается в максимизации современной полезности от потребления.

Результаты проведенных исследований позволяют, во-первых, построить статистические прогнозы основных социально-экономических показателей регионов; во-вторых, составить рейтинг регионов по инновационной составляющей и скорости освоения инвестиций; и, в-третьих, предложить алгоритм оптимального управления нормой накопления (удельным потреблением) в масштабах региона.

Макроэкономическая модель Солоу является одной из неоклассических моделей экономического роста. Неоклассические модели преодолевали ряд ограничений кейнсианских моделей и позволяли более точно описать особенности макроэкономических процессов.

В своей модели Р. Солоу показал, что нестабильность динамического равновесия в кейнсианских моделях была следствием взаимозаменяемости факторов производства. Вместо функции Леонтьева он использовал в своей модели производственную функцию Кобба-Дугласа, в которой труд и капитал являются субститутами.

Другими предпосылками анализа в модели Солоу являются: убывающая предельная производи-

тельность капитала, постоянная отдача от масштаба, постоянная норма выбытия, отсутствие инвестиционных лагов.

Модель Солоу показывает, что норма сбережения является важнейшим фактором, определяющим устойчивый уровень капиталовооруженности и, соответственно, уровень выпуска. Страны с более высокой нормой сбережения больше инвестируют и имеют более высокий уровень капиталовооруженности, что обеспечивает более высокий темп роста.

Предположим, что годовой валовой выпуск (ВОП) Y в каждый момент времени t определяется линейно-однородной производственной функцией

$$Y = F(K, L) \tag{1}$$

где Y – годовой валовой выпуск, K и L – использованные при этом капитал и труд, но, в отличие от статистической модели $Y=Y(t)$, $K=K(t)$, $L=L(t)$, – функция времени t .

Для построения динамической модели макроэкономики, описываемой функцией (1), необходимо определить динамику изменения параметров (факторов) K и L .

В результате модель Солоу экономического роста в абсолютных показателях примет вид:

$$\begin{cases} Y = F(K, L) - aY + I + C, \\ L(t) = L_0 e^{\nu t}, \\ dK/dt = -\mu K + I, \quad K(0) = K_0, \\ I = \rho(1 - a)Y, \quad C = (1 - \rho)(1 - a)Y. \end{cases} \tag{2}$$

где $\nu \in (-1, 1)$ – годовой темп прироста занятых;
 $X = X(t)$ – промежуточный продукт;
 $I = I(t)$ – инвестиции;
 $C = C(t)$ – фонд потребления;
 $a \in (0, 1)$ – коэффициент прямых затрат;
 $\rho \in (0, 1)$ – норма накопления (сбережения);
 $\mu \in (0, 1)$ – доля основных фондов, выбывших за год.

В предыдущих типах модели Солоу предполагалось, что инвестиции превращаются в фонды мгновенно. Но в реальной экономической практике освоение капитальных вложений происходит с запаздыванием. Предположим, что инвестиции $I(\tau)$, сделанные в момент времени τ будут осваиваться в течение времени $t > \tau$ постепенно, согласно некоторому закону распределения $N(t, \tau) \geq 0$.

Тогда после некоторых преобразований модель Солоу с учетом запаздывания при вводе фондов примет вид:

$$\begin{cases} Y = F(K, L) = I + C, \\ L = L_0 e^{\nu t}, \\ dK/dt = -\mu K + Q, \quad K(0) = K_0, \\ dQ/dt = \theta \cdot I - \theta \cdot Q, \quad C = (1 - \rho)Y. \end{cases} \tag{3}$$

В качестве примера рассмотрим производственную функцию $f(k) = \alpha_0 k^{\alpha_1}$, где оптимальная норма накопления ρ^* , обеспечивающая максимальное потребление, будет равна:

$$\rho^* = \lambda \frac{\theta_0}{\theta} \cdot \frac{k^*}{\alpha_0 (k^*)^{\alpha_1}} = \frac{\lambda \theta_0}{\theta \alpha_0} \left(\frac{\lambda \theta_0}{\alpha_0 \alpha_1 \theta} \right)^{\frac{1-\alpha_1}{\alpha_1}} = \alpha_1 \tag{4}$$

Таким образом, и в модели с запаздыванием при вводе фондов оптимальная норма накопления равна коэффициенту эластичности по фондам.

Однако, максимальное среднедушевое потребление при запаздывании во вводе фондов меньше, чем в случае мгновенного ввода фондов.

Представленная модель, как практически все модели, не свободна от недостатков. Данная модель анализирует состояния устойчивого равновесия, достигаемые в длительной перспективе, тогда как для экономической политики важна и краткосрочная динамика производства и уровня жизни. Многие экзогенные переменные модели Солоу предпочтительнее было бы определять внутри модели, поскольку они тесно связаны с другими ее параметрами и могут видоизменять конечный результат. Модель не включает также ряд ограничителей роста в существенных современных ресурсных, экологических, социальных условиях.

С целью моделирования социально-экономического положения Республики Марий Эл в целом была построена макроэкономическая модель экономического роста Р. Солоу для оценки ВРП в целом, а также несколько моделей Р. Солоу для анализа и прогнозирования ВРП (валовой добавленной стоимости) по отраслям экономики.

В общем виде модель Р. Солоу, ориентированная на ВВП, выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} Y = F(K, L) = I + C, \\ L(t) = L_0 e^{\nu t}, \\ \frac{dK}{dt} = -\mu K + \rho Y, \quad K(0) = K_0, \\ I = \rho Y, \quad C = (1 - \rho)Y. \end{cases} \quad (5)$$

где $Y = F(K, L)$ – объем валового регионального продукта (млн. руб.);

$I = I(t)$ – объем инвестиций (млн. руб.);

$C = C(t)$ – фонд потребления (млн. руб.);

$L = L(t)$ – численность трудовых ресурсов (тыс. чел.);

$K = K(t)$ – стоимость основных фондов (млн. руб.);

$\frac{dK}{dt} = -\mu K + \rho Y, K(0) = K_0$ – динамика изменения капитала;

$\rho \in (0, 1)$ – норма накопления (сбережения);

$\mu \in (0, 1)$ – доля основных фондов, выбывших за год;

$\nu \in (-1, 1)$ – годовой темп прироста занятых.

При построении модели использованы статистические данные Республики Марий Эл за последние 10 лет (2003-2012 гг.).

Также были рассчитаны показатели в реальных (сопоставимых) ценах на основе индекса потребительских цен, где за базисный период взят 2000 г.

При использовании в качестве трудовых ресурсов численности экономически активного населения (L_2) получена следующая модель:

$$Y = 1,8233K^{0,8683}L^{0,9955}e^{0,0925t} \quad (6)$$

параметрами которой являются $\mu = 0,0706$, $\nu = -0,0058$, $\rho = 0,2222$.

После приведения модели к линейному виду (линеаризации) найдены некоторые показатели, характеризующие качество модели. Среди таких показателей можно выделить коэффициент множественной корреляции R , характеризующий тесноту связи результативного признака с факторами. В данной модели $R = 0,9724$, следовательно, модель характеризуется высокой теснотой связи. Коэффициент детерминации $R^2 = 94,56\%$.

Литература:

1. Республика Марий Эл. Статистический ежегодник. – Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Марий Эл. – Йошкар-Ола, 2013. – 482 с.
2. Вагизова В.И. Финансово-кредитное обеспечение инновационного взаимодействия хозяйствующих субъектов: теория, методология и практика. – Казань: Казан. гос. ун-т. – 416 с.
3. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: Юнити-Дана, 2002. – 399 с.
4. Гусарова В.Ю., Посталюк М.П. Инноватизация структурообразующих элементов устойчивого развития отечественной экономической системы // Вестник экономики, права и социологии. – 2013. – № 4. – С. 14-17.
5. Посталюк М.П. Инновационные отношения в экономической системе: теория, методология и механизмы реализации. – Казань: Казан. гос. ун-т им. В.И. Ульянова-Ленина, 2006. – 420 с.
6. Посталюк М.П., Жалбэ С.В. Движение иностранного капитала как форма инноватизации региональной экономической системы (на примере Республики Татарстан) // Вестник КАИ. Спецвыпуск. – 2013. – С. 21-27.

Methods of Assessment of Non-Resource Region Innovation Activities

E.I. Tsaregorodtsev
Mari State University

The author analyzes the results of innovation activities of the Republic of Mari El and suggests the methods of assessment of innovation activities by macro-economic methods with the application of modified Solow model, allowing to take into account not only the lag of input of capital funds in the course of industrial investments but also generalized technological progress.

Key words: innovations, regional economy, macro-economic modelling, Solow model.