

Раздел 5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 330.354

**ПРОГНОЗ ФАКТОРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА ИВАНОВСКОГО РЕГИОНА
В СРЕДНЕСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ**

Гогин Андрей Александрович (gogin.andrei@yandex.ru)

ЗАО ТД Орматек

В статье построен прогноз факторов экономического роста Ивановского региона. Данный прогноз построен с использованием адаптивных методов прогнозирования. В ходе работы был произведен отбор сравнительно лучшей модели прогноза.

Ключевые слова: экономический рост, региональная экономика, прогноз факторов.

При исследовании процессов регионального развития часто возникает вопрос о факторах, влияющих на экономический рост. Для определения экстенсивных и интенсивных факторов применяют метод декомпозиции экономического роста. В рамках этого метода предполагается «наличие макроэкономической производственной функции определяющей соотношение

$$V_d = B(t)L^{\alpha_L}K^{\alpha_K}F^{\alpha_F} \exp(\varepsilon) = B(t)(N \cdot I)^{\alpha_L}(S \cdot E)^{\alpha_K}F^{\alpha_F} \exp(\varepsilon), \quad (1)$$

где V_d – добавленная стоимость;

L - затраты труда;

K - затраты основного капитала;

F - затраты финансового капитала;

N – численность занятых в регионе;

I - индекс изменения структуры занятых;

S - стоимость основных фондов;

E - уровень потребления электроэнергии в регионе.

$B(t)$ – меры технического прогресса;

α_L - вклад труда в добавленной стоимости;

α_K - вклад основного капитала в добавленной стоимости;

α_F - вклад финансового капитала в добавленной стоимости;

\exp - экспонента;

ε - случайная компонента.

В данной модели в качестве факторов, которые влияют на экономический рост, выделяются труд, основной капитал и финансовый капитал.

Значения факторов экономического роста, описанных выше, представляют собой временные ряды. Для прогнозирования временных рядов могут использоваться различные методы: методы регрессионного анализа, построение систем эконометрических уравнений и т.д. Основной идеей данных методов является предположение о сохранении основных тенденций прошлого в будущем. Однако это не всегда оправдано.

В рамках адаптивного метода прогнозирования временных рядов прогнозная модель

между максимально возможным объемом выпуска и доступными факторами производства при данном уровне технологии» [3,98].

В качестве модели описывающей региональную экономику нами была выбрана следующая неоклассическая мультипликативная модель [2, 108]:

(предиктор) приспосабливается к изменениям временного ряда. Такая адаптация может происходить с различной скоростью в зависимости от параметров предиктора. В частности при исследовании макроэкономических показателей, которые обладают большой инерционностью, адаптация предиктора должна происходить медленно для сохранения основной тенденции. Стоит отметить, что благодаря тому, что адаптивные модели «подстраиваются» под значения временного ряда, т.е. адекватно отображают закономерности данного временного ряда, они хорошо подходят для среднесрочного прогнозирования.

В трудах отечественных и зарубежных ученых (Лукашин Ю.П, Давнис В.В., Тинякова В.И., Р. Браун, Р. Майер, С. Хольт и др.) В данной работе предложен прогноз изменения факторов экономического роста Ивановского региона в среднесрочной перспективе на основе построения адаптивных моделей прогнозирования. Мы будем использовать следующие адаптивные модели роста:

1. Линейная модель роста

$$\begin{cases} \tilde{a}_{1,t} = \beta_1 x_t + (1 - \beta_1)(\tilde{a}_{1,t-1} + \tilde{a}_{2,t-1}) \\ \tilde{a}_{2,t} = \beta_2(\tilde{a}_{1,t} - \tilde{a}_{1,t-1}) + (1 - \beta_2)\tilde{a}_{2,t-1}, \\ 0 < \beta_1 < 1 \\ 0 < \beta_2 < 1 \end{cases}, \quad (2)$$

где $t = \overline{1, T}$ - временной интервал;

$\tilde{a}_{1,t}$ - текущий уровень ряда;

x_t - фактическое значение ряда;

$\tilde{a}_{2,t}$ - коэффициент линейного роста;

β_1, β_2 - параметры сглаживания.

2. Экспоненциальная модель роста

$$\begin{cases} \tilde{a}_{1,t} = \beta_1 x_t + (1 - \beta_1) \tilde{a}_{1,t-1} \tilde{r}_{t-1} \\ \tilde{r}_t = \beta_r \frac{\tilde{a}_{1,t}}{\tilde{a}_{1,t-1}} + (1 - \beta_r) \tilde{r}_{t-1} \\ 0 < \beta_1 < 1 \\ 0 < \beta_r < 1 \end{cases}, \quad (3)$$

где \tilde{r}_t - коэффициент экспоненциального роста;

β_r - параметр сглаживания.

Прогнозные значения для временных рядов на основе моделей (2) и (3) записываются следующим образом:

$$\text{Линейный рост } \tilde{x}_\tau(t) = \tilde{a}_{1,t} + \tilde{a}_{2,t} \cdot \tau, \quad (4)$$

$$\text{Экспоненциальный рост } \tilde{x}_\tau(t) = \tilde{a}_{1,t} \cdot \tilde{r}_t^\tau, \quad (5)$$

где $\tilde{x}_\tau(t)$ - прогноз фактических значений ожидаемых в момент $t + \tau$.

Очень важным при построении адаптивных моделей является выбор параметров сглаживания. В нашей работе значения параметров сглаживания мы будем определять путем нахождения минимума следующей целевой функции (6)

$$A = \sum_{t=1}^T \left| \frac{x_t - \tilde{x}_{t+1}(t)}{x_t} \right| \cdot \frac{2(t-1)}{(T-1)T} \rightarrow \min \quad (6)$$

Целевую функцию (6) предпочтительно использовать для определения параметров сглаживания адаптивных моделей по той причине, что она дает оценку взвешенных отклонений.

Это означает, что адаптивная модель дает более точную оценку для последних значений временного ряда.

В качестве начальных значений модели адаптивного прогнозирования мы будем использовать коэффициенты соответствующих уравнений регрессии.

Итак, используя формулы (2)-(6) мы сможем осуществить прогноз факторов экономического роста Ивановского региона. В качестве исходных данных мы будем использовать официальные статистические данные, опубликованные в статистических сборниках Федеральной службой государственной статистики. Все расчеты в статье выполнены с использованием программы MS Excel.

Начнем с построения адаптивных моделей для фактора труд. Для оценки фактора труда в Ивановском регионе мы используем значения среднегодовой численности занятых и индекс изменения структуры занятых, который может быть записан с помощью следующей формулы:

$$I = \sum_i \frac{w_i N_i}{wN}, \quad (7)$$

где I - индекс изменения структуры занятых в регионе;

N_i - число занятых i -й категории в регионе;

N - общее число занятых в регионе;

w_i - оплата труда i -й категории в регионе;

\bar{w} - средняя оплата труда в регионе.

Значения параметров адаптивной модели для численности занятых в Ивановском регионе представлены в таблице 1.

Таблица 1

Адаптивная модель численности занятых в Ивановском регионе

Год	Фактическое значение, чел.	Линейное уравнение				Экспоненциальное уравнение					
		β_1	β_2	Расчетное значение по модели, чел.	% отклонения	A	β_1	β_2	Расчетное значение по модели, чел.	% отклонения	A
1998	494162	0,58139	0	487268	1,40%	0,89511	0,5813	0	487227	1,40%	0,89507%
1999	490744			491369	0,13%				491352	0,12%	
2000	491228			491098	0,03%				491093	0,03%	
2001	490616			491266	0,13%				491265	0,13%	
2002	483224			490981	1,61%				490982	1,61%	
2003	476097			486564	2,20%				486565	2,20%	
2004	480571			480571	0,00%				480571	0,00%	
2005	478690			480664	0,41%				480663	0,41%	
2006	484877			479609	1,09%				479608	1,09%	
2007	494892			482764	2,45%				482763	2,45%	
2008	496521			489908	1,33%				489908	1,33%	
2009	487373			493845	1,33%				493847	1,33%	
2010	490209			490175	0,01%				490177	0,01%	
2011	490975	490287	0,14%	490289	0,14%						

Из таблицы 1 видно, что линейная адаптивная модель и экспоненциальная модель практически идентичны между собой, но значение

A у экспоненциальной модели меньше. Поэтому для прогнозирования численности заня-

тых в Ивановском регионе мы будем использовать адаптивную экспоненциальную модель.

Теперь построим адаптивную модель для индекса изменения структуры занятых. Данные по этому индексу есть только за период 2002-

2011 гг. Значения параметров адаптивной модели для данного фактора представлены в таблице 2.

Таблица 2

Адаптивная модель индекса изменения структуры занятых

Год	Фактическое значение	Линейное уравнение				Экспоненциальное уравнение					
		β_1	β_2	Расчетное значение по модели	% отклонения	A	β_1	β_r	Расчетное значение по модели	% отклонения	A
2003	1,01513	0	0	0,996882	1,80%	1,34%	0	0	0,996827	1,80%	1,33%
2004	0,991844			0,997577	0,58%				0,997508	0,57%	
2005	0,981006			0,998273	1,76%				0,99819	1,75%	
2006	0,992869			0,998969	0,61%				0,998871	0,60%	
2007	1,006708			0,999665	0,70%				0,999554	0,71%	
2008	1,003455			1,000361	0,31%				1,000236	0,32%	
2009	0,982312			1,001057	1,91%				1,00092	1,89%	
2010	1,030047			1,001753	2,75%				1,001603	2,76%	
2011	0,993616			1,002449	0,89%				1,002287	0,87%	

По результатам, приведенным в таблице 2, можно заключить, что нам не удалось построить адаптивную модель для индекса изменения структуры занятых, и расчетные значения получены только с помощью начальных приближений, а именно оценок линейного и экспоненциального уравнения регрессии. Причиной невозможности найти параметры сглаживания может быть малое количество наблюдений.

Перейдем к построению адаптивных моделей скорректированного основного капитала Ивановского региона. Значения по данному фактору есть за период 2000-2011 гг. Значения параметров адаптивной модели для данного фактора представлены в таблице 3.

Таблица 3

Адаптивная модель скорректированного основного капитала Ивановского региона

Год	Фактическое значение, млн.р.	Линейное уравнение					Экспоненциальное уравнение				
		β_1	β_2	Расчетное значение по модели, млн.р.	% отклонения	A	β_1	β_r	Расчетное значение по модели, млн.р.	% отклонения	A
2000	84587	0,30059	0	73134,19	13,54%	7,58%	0,329737	0	74400,04	12,04%	7,49%
2001	78165,8			79229,89	1,36%				80000,16	2,35%	
2002	77804,53			81563,14	4,83%				81683,56	4,99%	
2003	83958,86			83086,44	1,04%			82721,85	1,47%		
2004	82026,83			86001,78	4,85%			85525,63	4,27%		
2005	76814,74			87460,05	13,86%			86803,64	13,00%		
2006	75048,37			86913,27	15,81%			85916,77	14,48%		
2007	84705,99			85999,89	1,53%			84705,98	0,00%		
2008	92669,76			88264,05	4,75%			87147,3	5,96%		
2009	98422,99			92241,46	6,28%			91532,41	7,00%		
2010	102514,4			96752,66	5,62%			96508,03	5,86%		
2011	115995,5			101137,7	12,81%			101327,1	12,65%		

Из табл. 3 следует, что экспоненциальная адаптивная модель позволяет более точно описать стоимость основных фондов в Иванов-

ском регионе. В дальнейшем для прогнозирования стоимости основных фондов в Ивановском регионе мы будем использовать адаптив-

ную экспоненциальную модель. Хочется также отметить низкие значения процента отклонения экспоненциальной адаптивной модели от фактических значений в период 2008-2010 гг.

Теперь построим адаптивную модель уровня потребления электроэнергии в Ивановском

регионе. Статистические данные по этому показателю есть за период 2000-2011гг. Значения параметров адаптивной модели для данного фактора представлены в таблице 4.

Таблица 4

Адаптивная модель уровня потребления электроэнергии в Ивановском регионе

Год	Фактическое значение, млн.кВт*ч	Линейное уравнение				Экспоненциальное уравнение					
		β_1	β_2	Расчетное значение по модели, млн.кВт*ч	% отклонения	A	β_1	β_r	Расчетное значение по модели, млн.кВт*ч	% отклонения	A
2000	4302,2	0,040472	0	4355,297	1,23%	1,48%	0,252872	0	4364,331	1,44%	1,54%
2001	4286,9			4301,684	0,34%				4293,338	0,15%	
2002	4297,9			4249,621	1,12%				4237,151	1,41%	
2003	4169,8			4200,11	0,73%				4198,453	0,69%	
2004	4127,8			4147,419	0,48%				4137,927	0,25%	
2005	4078,2			4095,16	0,42%				4082,795	0,11%	
2006	4082,2			4043,009	0,96%				4029,745	1,28%	
2007	4101,4			3993,13	2,64%				3991,613	2,68%	
2008	4004,6			3946,048	1,46%				3968,279	0,91%	
2009	3926,9			3896,953	0,76%				3926,9	0,00%	
2010	3846,7			3846,7	0,00%				3876,979	0,79%	
2011	3642,3			3795,235	4,20%				3820,134	4,88%	

Для описания уровня потребления электроэнергии в Ивановском регионе лучше всего подходит линейная адаптивная модель.

Перейдем к построению адаптивных моделей скорректированного финансового капитала

Ивановского региона. Значения по данному фактору есть за период 2004-2010 гг. Значения параметров адаптивной модели для данного фактора представлены в таблице 5.

Таблица 5

Адаптивная модель скорректированного финансового капитала Ивановского региона

Год	Фактическое значение, млн.р.	Линейное уравнение				Экспоненциальное уравнение					
		β_1	β_2	Расчетное значение по модели, млн.р.	% отклонения	A	β_1	β_r	Расчетное значение по модели, млн.р.	% отклонения	A
2004	39305,95	0	0,199013	41006,39	4,33%	2,43%	0,643659	1	41520,18	5,63%	5,65%
2005	45797,15			45363,34	0,95%				42083,66	8,11%	
2006	51026			49720,28	2,56%				49331,03	3,32%	
2007	53059,6			54077,23	1,92%				57165,67	7,74%	
2008	61530,87			58434,18	5,03%				58957,01	4,18%	
2009	62461,37			62791,13	0,53%				67385,09	7,88%	
2010	65359,68			67148,07	2,74%				68032,16	4,09%	

Несмотря на малое количество наблюдений, нам удалось построить адаптивную модель фактора финансового капитала Ивановского региона. По данным табл. 5 линейная адаптивная модель оказалась более точной по сравнению с экспоненциальной моделью для финансового капитала.

В данном разделе нам удалось построить адаптивные модели для факторов роста Ивановского региона. Сводные данные по адаптивным моделям представлены в таблице 6.

В нашем исследовании нам не удалось построить адаптивную модель для индекса изменения структуры занятых в Ивановском регио-

не. Причиной этого может служить малое количество данных по этому индексу, либо необходимость применять более сложные адаптивные методы. Для прогноза индекса изменения структуры занятых в среднесрочной перспективе мы будем использовать регрессионные модели.

В результате проведенного нами исследования мы можем построить прогноз значений факторов экономического роста в среднесрочной перспективе, а именно до 2015г. Сводные значения факторов экономического роста до 2015г. представлены в таблице 7.

Таблица 6

Сводная таблица адаптивных моделей

Фактор	Количество наблюдений	Модель роста	Параметры сглаживания			А
			β_1	β_2	β_r	
Среднегодовая численность занятых	14	Экспоненциальная	0,581356097	-	0	0,89507%
Основные фонды	12	Экспоненциальная	0,329737	-	0	7,49%
Потребление электроэнергии	12	Линейная	0,040472383	0	-	1,48%
Финансовый капитал	7	Линейная	0	0,199013	-	2,43%

Таблица 7

Сводная таблица факторов экономического роста Ивановского региона за период 2010-2015 гг.

Фактор	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Темп прироста 2009-2015
Численность занятых, чел.	490209	490975	490782	490875	490969	491063	0,76%
Индекс изменения структуры занятых	1,001753	1,002449	1,003145	1,003841	1,004537	1,005232	2,11%
Основные фонды, млн.р.	102514,38	115996	109224	112372	115610	118942	20,85%
Уровень потребления электроэнергии, млн.кВт*ч	3846,7	3642,3	3737,58	3686,12	3634,65	3583,19	-8,75%
Финансовый капитал, млн.р.	65359,68172	71505,02	75861,97	80218,92	84575,86	88932,81	42,38%

По результатам нашего исследования мы ожидаем рост практически всех факторов экономического роста Ивановского региона. Объяснением этого может служить хорошая конъюнктура рынка после выхода из кризиса 2008-2009 гг. Отдельно хочется выделить финансовый капитал как основную драйвер экономического роста в среднесрочной перспективе.

Стоит отметить, что прогнозируемый рост факторов экономического роста в Ивановском регионе возможен только в условиях стабильной внешней обстановки. В экономике региона в 2000-х годах наблюдается рост торговой сферы, сокращение сферы обрабатывающей промышленности, а также наращивание основных фондов предприятий. Данные тенденции делают экономику Ивановского региона довольно неустойчивой. Это означает, что в случае изменения в худшую сторону мировой экономики, экономика Ивановского региона может понести существенные потери, связанные с резким снижением деловой активности в регионе, по причине явной направленности региона на сферу торговли. Также низкое количество средних и крупных промышленных предприятий в регионе не позволит полноценно использовать создаваемые мощности, что также может привести к банкротству ряда компаний региона.

Литература

1. Гогин А.А., Солон Б.Я. «Модель декомпозиции роста региональной экономики»// Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством».- 2012.- №2(12).- С. 123-125.
2. Гогин А.А. «Декомпозиция расширенной модели роста региональной экономики»// Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством».-2013.- №1(15).- С. 107-112.
3. Дробышевский С. и др. «Факторы экономического роста в регионах РФ». – М.: ИЭПП, 2005, 278 с.
4. Клейнер Г.Б. «Производственные функции: теории, методы, применение». - М: Финансы и статистика, 1986, 239 с.
5. Луговой О. и др. «Экономико-географические и институциональные аспекты экономического роста в регионах» / Консорциум по вопр. приклад. экон. исслед., Канадское агентство по международ. развитию. – М.: ИЭПП, 2007. – 164 с.
6. Энтов Р. и др. «Факторы экономического роста российской экономики». – М.: ИЭПП, 2003, 389 с.