

ВАРИАНТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Аннотация: рассмотрены модели динамики инновационного развития экономики России. Дана оценка качества моделям. Предложен выбор модели для прогноза.

Ключевые слова: инновационное развитие, модель, прогноз.

Abstract: the models of the dynamics of innovation development of the Russian economy. The estimation of the quality of models. Selected models for forecasting.

Keywords: innovative development, model, forecast.

Развитие экономики страны во многом определяется инновационной активностью государства. Оценку инновационного развития можно выполнять на основе экономико-математического моделирования. Так, в работе [1] выполнено экономико-математическое моделирование инновационного развития России методом главных компонент, в результате которого выявлены основные факторы, влияющие на инновационные процессы. Не менее важной задачей является построение экономико-математической модели, позволяющей прогнозировать развитие инновационных процессов.

Одним из показателей, по которому можно определить уровень инновационного развития государства, является удельный вес инновационных товаров (работ, услуг) в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг страны. Рассмотрим возможности построения экономико-математических моделей на основе исходных данных, приведенных в [2] и представленных в таблице 1.

Таблица 1

Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг

Год	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Номер года, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Удельный вес инновационных товаров (работ, услуг), y , %	3,8	3,7	4,4	4,2	4,3	4,7	5,4	5	5,7
Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Номер года, t	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Удельный вес инновационных товаров (работ, услуг), y , %	5,5	5,5	5,1	4,6	4,9	6,1	8	9,2	8,7

Модель вида $y(t)$ по исходной таблице 1 удобнее строить как зависимость показателя временного ряда (y) от номера года (t). На рис. 1 приведена графическая зависимость $y(t)$.



Рис. 1

По исходным данным можно сделать два вывода:
 первый вывод - зависимость $y(t)$ как временного ряда лучше описывать мультипликативной моделью вида [3]

$$y = TS\varepsilon,$$

где T – трендовая составляющая (тенденция) исследуемого процесса,

S – периодическая составляющая исследуемого процесса,

ε – случайная составляющая;

второй вывод - периодичность исследуемого процесса составляет около $\tau = 10$.

Для построения мультипликативной модели было выполнено выравнивание исходного временного ряда методом скользящей средней, при этом ширина окна для вычисления скользящей средней была взята $m = 9$.

В таблице 2 приведены результаты расчета мультипликативной модели.

Таблица 2

Расчет параметров мультипликативной модели

t	y	$y_{ск9}$	$S = y / y_{ск}$	S_{cp}	$y / S_{cp} = T\varepsilon$	$T_{теор}$	$y_{теор} = T_{теор} S_{cp}$
1	3,8			1,04	3,67	3,81	3,94
2	3,7			0,91	4,06	4,04	3,68
3	4,4			0,76	5,80	4,27	3,24
4	4,2			0,77	5,49	4,50	3,45
5	4,3	4,58	0,94	0,94	4,58	4,73	4,44
6	4,7	4,77	0,99	0,99	4,77	4,96	4,89
7	5,4	4,97	1,09	1,09	4,97	5,19	5,65
8	5	5,04	0,99	0,99	5,04	5,42	5,38
9	5,7	5,09	1,12	1,12	5,09	5,65	6,33
10	5,5	5,16	1,07	1,07	5,16	5,88	6,28
11	5,5	5,31	1,04	1,04	5,31	6,12	6,33

12	5,1	5,60	0,91	0,91	5,60	6,35	5,78
13	4,6	6,07	0,76	0,76	6,07	6,58	4,99
14	4,9	6,40	0,77	0,77	6,40	6,81	5,21
15	6,1			0,94	6,49	7,04	6,61
16	8			0,99	8,11	7,27	7,17
17	9,2			1,09	8,46	7,50	8,15
18	8,7			0,99	8,78	7,73	7,66

Отметим, что теоретическая трендовая составляющая $T_{теор}$ мультипликативной модели $y_{теор}(t)$ получена на основе линейной модели $T_{теор} = a + bt = 3,578193 + 0,23063t$, параметры a и b которой рассчитывались по данным столбца $y / S_{ср} = T_{теор}$.

Средняя ошибка аппроксимации исходных данных моделью $y_{теор} = T_{теор}S_{ср}$, рассчитанная по формуле, составила $A_{ср} = 9,9\%$, что является удовлетворительным результатом.

$$A_{ср} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - y_{теор}}{y} \right| * 100\%$$

Используем полученную экономико-математическую модель $y_{теор} = T_{теор}S_{ср}$ для прогнозирования удельного веса инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг на четыре периода времени, т.е. на 2015-2018 годы. В таблице 3 приведены соответствующие расчеты прогноза.

Таблица 3

Результаты расчета прогноза среднего значения исследуемого показателя по мультипликативной модели

Год	t	$T_{теор}$	$S_{ср}$	$y_{прогноз} = T_{теор}S_{ср}$
2015	19	7,96	1,12	8,91
2016	20	8,19	1,07	8,73
2017	21	8,42	1,04	8,72
2018	22	8,65	0,91	7,87

На рис. 2 приведены совместные графики исходных данных $y(t)$, результаты моделирования $y_{теор}(t)$ и прогнозирования $y_{прогноз}(t)$ на четыре года вперед.

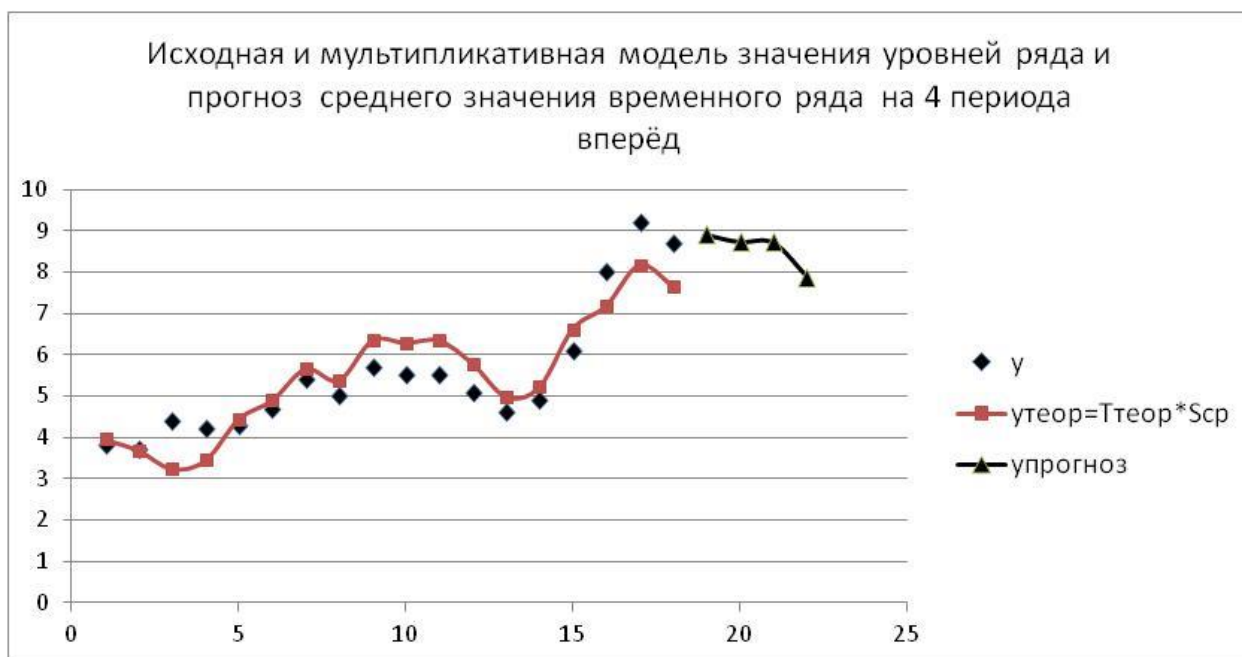


Рис. 2

Из таблицы 3 и рис. 2 видим, что моделирование показывает прогноз снижения в 2015-2018 годах уровня инновационного развития по показателю среднего удельного веса инновационных товаров (работ, услуг) в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг страны.

В ряде случаев, когда исходная зависимость $y(t)$ имеет сложную конфигурацию, как в данном случае, рекомендуется использовать для построения экономико-математической модели не весь спектр исходных данных, а последние наблюдения, отражающие недавние особенности развития исследуемого процесса [4]. По исходным данным (рис. 1) можно видеть, что начиная с 2010 года имеет место всплеск показателя y . В связи с этим построим экономико-математическую модель для уровней 2010-2014 годов. Конечно, статистическая значимость такой модели может оказаться ниже в связи с малым количеством исходных данных, приведенных в таблице 4.

Таблица 4

Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг за 2010-2014 годы

Год	2010	2011	2012	2013	2014
Номер года, t	1	2	3	4	5
Удельный вес инновационных товаров (работ, услуг), y , %	4,9	6,1	8	9,2	8,7

По исходным данным была получена экономико-математическая модель в виде полинома 2-й степени

$$y_{пол2} = a + b_1t + b_2t^2 = 2,12 + 2,8271t + (-0,8271t^2).$$

Предварительный анализ показал, что такая модель по критериям «точность» и «сложность» лучше всего аппроксимирует исходные данные.

Средняя ошибка аппроксимации исходных данных полиномом 2-й степени составила $A_{cp} = 4,3$ %.

Результаты прогнозирования среднего значения исследуемого показателя на четыре года вперед, выполненного с помощью полученной полиномиальной модели, приведены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты расчета прогноза среднего значения исследуемого показателя, выполненного по модели полинома 2-й степени

Год	Номер года, t	$U_{\text{прогпол2}}$	$\Delta = U_{\text{прогноз}} - U_{\text{прогпол2}}$
2015	6	8,54	0,38
2016	7	7,56	1,18
2017	8	5,99	2,73
2018	9	3,84	4,04

В последней графе таблицы 5 приведен расчет отклонений прогноза $U_{\text{прогноз}}$, выполненного по мультипликативной модели, от прогноза $U_{\text{прогпол2}}$, выполненного по модели полинома 2-й степени. Отклонение прогнозов по этим моделям для 2015 года составляет относительно небольшую величину $\Delta = 0,38$, или 4,2 %. Для последующих лет это отклонение нарастает, и для 2018 года составляет уже $\Delta = 4,04$, или 51,2 %. Следовательно, можно сделать вывод, что мультипликативная модель более подходит для долгосрочных прогнозов, т.к. эта модель учитывает влияние долговременных факторов на исследуемый процесс. Модель полинома 2-й степени учитывает процессы последних пяти лет, и эту модель целесообразно применять для краткосрочных прогнозов.

На рис. 3 приведены диаграммы исходных данных, результаты моделирования и прогнозирования среднего значения показателя удельного веса инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг.

В любом случае можно сделать вывод, что в ближайшей перспективе доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме товаров, работ, услуг России будет снижаться и составит в последующие 3 года величину порядка 7-8 процентов.

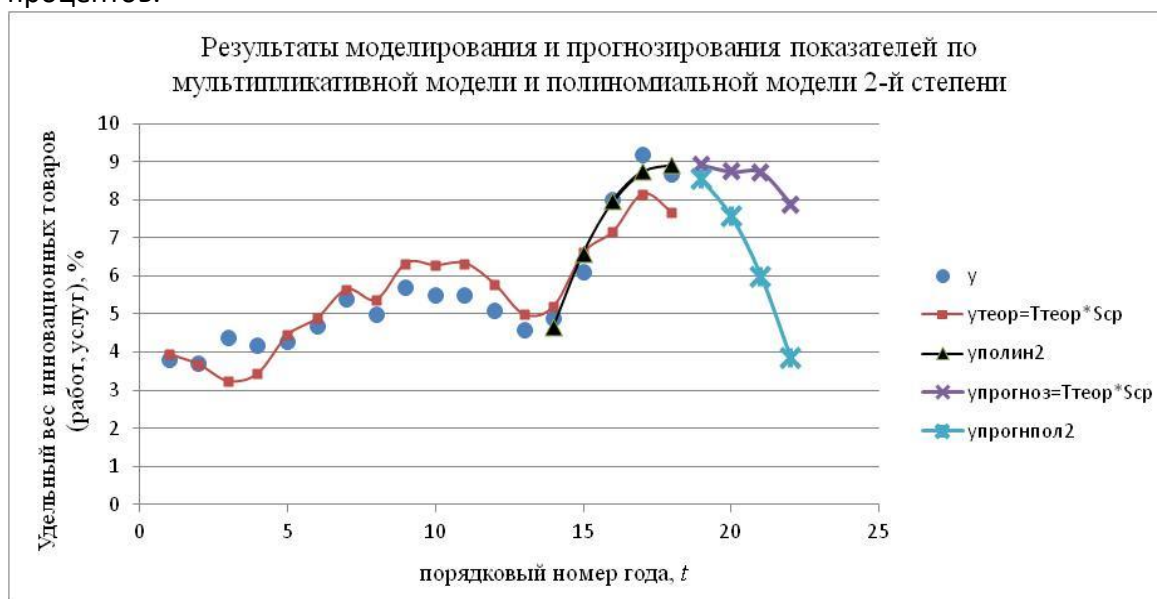


Рис. 3

Список литературы

1. URL: http://izvestija.kgasu.ru/files/4_2014/366_374_Nizamova.pdf (дата обращения: 30.08.2016).
2. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/innov-n4.xls (дата обращения: 30.08.2016).
3. Эконометрика: учебник / под ред. И. И. Елисеевой. - М. : Финансы и статистика, 2002.
4. Светульников И. С., Светульников С. Г. Методы социально-экономического прогнозирования. В 2 т. Т. 2. – М. : Юрайт, 2015.