

Статистическое моделирование и прогнозирование динамики конкурентоспособности России по индексу GCI

© 2011 И.А. Колосов

© 2011 О.В. Татарников

доктор технических наук, профессор

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

E-mail: sargeres@rambler.ru, ovtatarnikov@mail.ru

В статье предлагаются методы оценки и прогнозирования конкурентоспособности России на основе динамики баллов и рейтинга международного индекса конкурентоспособности. С помощью метода Нейлора разработаны имитационные модели, на их основе даны рекомендации по динамическим изменениям существенных экономических и социальных факторов для обеспечения роста конкурентоспособности России.

Ключевые слова: конкурентоспособность России, глобальный индекс конкурентоспособности (GCI), глобальный рейтинг конкурентоспособности, интегральное регрессионное моделирование, трендовая модель, многофакторные регрессионные модели, статистическая значимость факторов, критерий Фишера, прогноз.

Конкурентоспособность – важнейшая характеристика социально-экономического развития государства, его положения на мировом рынке. В данной статье конкурентоспособность определяется как интегральная характеристика сравнительного преимущества институтов, политической системы и экономических факторов развития страны в высококонкурентной рыночной среде. Эта характеристика, являясь по сути качественной, может иметь и количественное выражение в виде индексов, составленных на основе рейтинговых баллов, полученных путем экспертных оценок специалистами таких организаций, как WorldEconomicForum (ООН) и Международная школа бизнеса International Institute for Management Development (WCY).

В мировой практике используются два индекса, с помощью которых производятся оценки и мониторинг конкурентоспособности стран: индексы GCI¹ и WCY². Конкурентоспособность

России на мировом рынке оценивается по следующим показателям: количество баллов и ее место в глобальном рейтинге конкурентоспособности. В 2010 г. по указанным количественным характеристикам Россия имела 4,24 балла, что соответствует 63-му месту в мировом рейтинге (табл. 1).

Имеются опубликованные статистические данные по динамике баллов индекса GCI за период с 2001 до 2010 г. и рейтинги данного индекса за период с 1996 до 2010 г.

Анализ изменения индекса GCI показал, что для России средний ежегодный прирост составляет 0,1 балла. Однако такой темп роста является недостаточным для того, чтобы страна смогла существенно улучшить в ближайшей перспективе свои позиции в международном рейтинге.

С целью прогнозирования балльной оценки индекса конкурентоспособности GCI была пост-

Таблица 1. Динамика изменения баллов и рейтинга индекса конкурентоспособности GCI для выбранных стран

Страна	Баллы по GCI		Рейтинг по GCI		
	2001	2010	1996	2001	2010
Швейцария	5,43	5,63	-	15	1
США	5,59	5,43	4	2	4
Германия	5,39	5,39	22	17	5
Финляндия	6,03	5,37	-	1	7
Япония	5,25	5,37	13	21	6
Канада	5,87	5,3	-	3	10
Великобритания	5,51	5,25	15	12	12
Франция	5,29	5,13	23	20	15
...
Россия	3,7	4,24	49	63	63

Примечание. Минимально возможное значение индекса GCI – 0, максимально возможное – 7.

роена линейная трендовая модель $\hat{y} = ax + b$. Анализ временного ряда индекса GCI показал наличие автокорреляции остатков. В связи с этим для построения тренда был применен обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК) и использовалось авторегрессионное преобразование Бокса-Дженкинса.

Формула тренда получается следующая:

$$\hat{y} = 0,13x - 3,00.$$

Полученное уравнение регрессионной модели является значимым по критерию Фишера. В данном случае $F_{кр} = 19,05$, а $F_{таб} = 10,56$ при уровне значимости 1%. Коэффициенты регрессии (a и b) по t -критерию значимы на уровнях 0,23% и $1,35 \cdot 10^{-6}\%$.

На основании данной модели был сделан прогноз индекса GCI на 2014 г., в соответствии с которым его величина составит 4,92 балла. Полученные оценки динамики баллов использовались для построения прогноза места, занимаемого РФ в рейтинге стран мирового сообщества.

Прогноз, составленный на основе полученной регрессионной модели, показал, что динамика рейтинга РФ отрицательная и при сохранении всех условий, в которых формировались рейтинги стран мирового сообщества в период 1996 - 2010 гг., в 2014 г. Россия будет занимать в нем 63-е место.

Формула тренда получается следующая:

$$\hat{y} = 0,4964x + 53,76.$$

В данном случае уравнение регрессии на основе критерия Фишера значимо на уровне 12,8%. Коэффициенты регрессии (a и b) по t -критерию значимы на уровнях 12,8% и 0,00057.

Цель настоящей работы - выявление и количественная оценка основных факторов, которые влияют на изменение рейтинга России среди стран мирового сообщества. Решение этой проблемы для каждого из указанных индексов представлено в виде трех этапов:

- разработка статистических моделей изменения индексов GCI;
- проведение факторного анализа индексов конкурентоспособности;
- определение оптимальных параметров изменения факторов, обеспечивающих ускоренный рост конкурентоспособности России.

Индекс конкурентоспособности GCI рассчитывается по семибалльной шкале как средневзвешенная величина:

$$GCI = a_1B + a_2E + a_3I,$$

где a_1 , a_2 и a_3 - весовые коэффициенты;

B - средняя величина баллов по группе базовых факторов (государственные и общественные институты, инфраструктура, макроэкономика, здравоохранение и школьное образование);

E - средняя величина баллов по группе факторов, повышающих эффективность (высшее и профобразование, эффективность рынка, технологическое развитие);

I - средняя величина баллов по группе факторов инноваций (развитость бизнеса, собственно инновации).

Веса каждой группы и баллы для нее задаются группой экспертов ООН, состоящей из 1200 экспертов. Для России весовые коэффициенты имеют следующие значения: $a_1 = 0,5$, $a_2 = 0,4$ и $a_3 = 0,1$.

Данный индекс используется в расчетах с 2005 г., для более раннего периода использован имеющий аналогичное строение Growth Competitiveness Index, на базе которого был создан нынешний GCI.

Структура индекса конкурентоспособности указывает на то, что на его динамику влияют следующие факторы: социальные, экономические, в том числе отображающие уровень развития инноваций и уровень развития инфраструктуры, демографические и политические. В настоящем исследовании учитывались только экономические и демографические факторы в связи с тем, что показатели этих двух групп факторов представлены в официальных статистических источниках, таких как Росстат и World Bank Group.

С целью выявления тесноты статистической связи между репрезентативной характеристикой - балльной оценкой индекса конкурентоспособности России и факторными показателями индекса GCI - выполнен корреляционный анализ (табл. 2).

Как следует из таблицы, наибольший коэффициент корреляции имеет показатель объема экспорта в процентах от ВВП, который является макроэкономическим показателем и относится к группе базовых факторов в структуре индекса GCI.

Дальнейший анализ был направлен на выявление зависимости между зависимой переменной и вышеуказанной объясняющей переменной (объем экспорта, % от ВВП) с учетом динамических закономерностей этих переменных. Ставилась задача построения интегральной динамической регрессионной модели. Один из способов построения таких моделей предложен Нейлором в 1975 г.³ Суть его заключается в следующем: строится в общем случае многомерная регрессия наблюдаемых значений зависимой и независимых переменных

$$y = k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + c + \xi. \quad (1)$$

Таблица 2. Результаты корреляционного анализа факторов, влияющих на показатель конкурентоспособности РФ по индексу GCI

Факторные показатели	Коэффициент парной корреляции
1-я группа - экономические факторы	
Объем экспорта, % от ВВП	0,74
Объем импорта, % от ВВП	0,65
Потребление электроэнергии, кВт / чел.	0,64
Конечные потребительские расходы (рост), %	0,57
Объем экспорта товаров в рыночных ценах	0,57
Конечные потребительские расходы в текущих ценах	0,54
Объем импорта (рост), %	0,54
ВВП в текущих ценах	0,52
Объем импорта в постоянных ценах 2000 г.	0,51
Объем экспорта высокотехнологичных товаров в текущих ценах	0,5
2-я группа - демографические факторы	
Средняя продолжительность жизни, лет	0,73
Смертность (на 1000 чел.)	0,73

Далее строятся трендовые модели для независимых переменных:

$$\hat{x}_1(t) = a_1 t + b_1, \quad (2)$$

$$\hat{x}_2(t) = a_2 t + b_2. \quad (3)$$

Прогнозирование осуществляется путем подстановки в регрессионную модель вместо независимых переменных их трендовых значений:

$$\hat{y}(t) = k_1(a_1 t + b_1) + k_2(a_2 t + b_2) + c. \quad (4)$$

Аналогичный метод был представлен в учебнике Э. Новака "Введение в методы эконометрики"⁴, однако помимо точечного прогноза на основе тренда указанный автор предлагает интервальный прогноз. Для прогноза интервальных значений используется метод доверительных интервалов:

$$Ly_t < y_t < Hy_t, \quad (5)$$

где Ly_t - нижняя граница интервала прогнозирования:

$$Ly_t = y_t - u_b S_{pt}; \quad (6)$$

Hy_t - верхняя граница интервала прогнозирования:

$$Hy_t = y_t + u_b S_{pt}; \quad (7)$$

S_{pt} - дисперсия остатков модели;

u_b - коэффициент, значение которого, когда случайные отклонения имеют нормальное распределение, выбирается из таблиц функции нормального распределения для заданной достоверности прогноза p . Если случайные отклонения не имеют нормального распределения, то значение коэффициента u_b определяется из неравенства Чебышева.

Вышеназванный автор указывает, что если модель тенденции развития прогнозируемого явления нелинейна, то средняя погрешность прогноза и интервальный прогноз определяются на основе линеаризованной модели. В случае, когда в преобразованной модели переменная времени t присутствует в исходном виде, а преобразованию подвергается прогнозируемая переменная, умозаключение о преобразованном прогнозируемой переменной строится так же, как и в случае линейного тренда. Это возможно только тогда, когда прогностическая модель является показательной⁵.

На начальном этапе спецификации модели определялись показатели, имеющие наиболее тесную корреляционную связь с показателем конкурентоспособности. Для индекса GCI наибольшее значение коэффициента корреляции имеет относительный показатель - объем экспорта (в проценте от ВВП). Остальные показатели, имеющие влияние на динамику баллов индекса GCI для РФ, имеют также корреляционную связь с этим показателем объема экспорта (в процентах от ВВП), поэтому в данную модель их включать не следует во избежание мультиколлинеарности.

Для данного показателя была построена линейная модель временного тренда:

$$\hat{x}(t) = 0,1581t + 20,84. \quad (8)$$

Уравнение регрессии в соответствии с критерием Фишера значимо на уровне $3 \cdot 10^{-6} \%$. Коэффициенты регрессии (a и b) по t -критерию значимы на уровнях $1,47 \cdot 10^{-30} \%$ и $3 \cdot 10^{-6} \%$.

Уравнение линейной регрессии числа баллов y индекса GCI на относительный показатель экспорта x определяется соотношением:

$$\hat{y} = 0,2489x - 2,949. \quad (9)$$

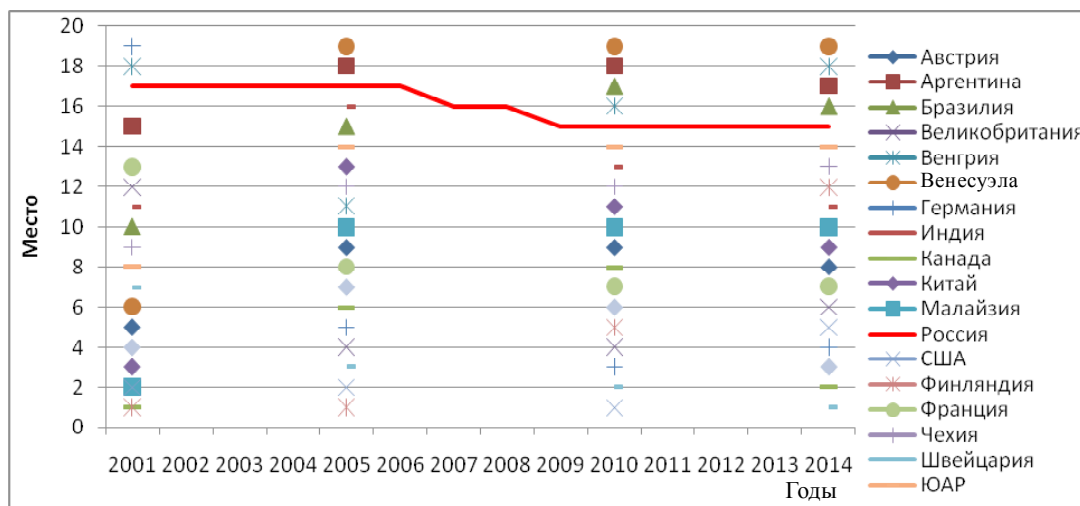


Рис. 1. Динамика изменения места России среди выбранных стран согласно тренду факторного анализа, рассчитанного методом Нейлора

Полученное уравнение регрессии значимо по критерию Фишера на уровне 2 %. Коэффициенты регрессии (*a* и *b*) на основе *t*-критерия значимы на уровнях 2 % и 0,03 %.

После подстановки в (10) выражения (9) определена временная зависимость количества баллов индекса GCI от времени с учетом влияния показателя экспорта в процентах от ВВП:

$$\hat{y} = 0,0393t + 2,238. \quad (10)$$

Отметим, что в соотношении (10) отчет начинается со значения $t = 42$, поскольку первая временная точка в исследуемом динамическом ряду факторного показателя - 1960 г., а в ряду динамики баллов - 2001 г. Динамическая регрессионная модель, рассчитанная по методу Нейлора, показана на рис. 1. Для оценки качества этой модели была построена ретроспективная модель, в которой не учитывались данные по двум последним годам - 2009 и 2010. Прогнозируемые значения индекса GCI по ретроспективной модели для 2009 и 2010 гг. получились равными 4,10 и 4,15, в то время как реальные значения составляли величины, соответственно, 4,15 и 4,24. Таким образом, средняя погрешность прогноза по ретроспективной модели равна 1,67 %, стандартное отклонение равно 1,92 балла.

На основе вышеупомянутого аналогичного метода факторного анализа по ряду других стран (Бразилия, Китай, Франция, Германия, Индия, Япония, Великобритания, США, Финляндия, Чехия, Венгрия, ЮАР, Аргентина, Швейцария) автором составляется расчетный рейтинг, позволяющий установить относительное положение России в указанной группе стран с учетом выявленных статистических закономерностей.

Согласно динамике индекса конкурентоспособности GCI для РФ ее конкурентоспособность будет постоянно расти, и с 2011 по 2014 г. Россия достигнет 14-го места в глобальном рейтинге конкурентоспособности.

Для того чтобы Россия ускорила рост уровня своей конкурентоспособности (динамики баллов индекса конкурентоспособности GCI), нужно определить факторы, улучшение которых поможет ускорить рост конкурентоспособности России. Наиболее острыми проблемами РФ являются уровень ее технологического развития и ее демографическая проблема. Для расчета регрессионной модели необходимо к текущему, наиболее значимому факторному показателю добавлять по одному показателю в качестве дополнительной независимой переменной. Используя предложенную методику, можно рассчитать, как изменится динамика баллов индекса конкурентоспособности в этом случае. С учетом того что в рассматриваемой системе факторных показателей положительное (умеренное по силе связи) влияние на рост баллов индекса конкурентоспособности оказывается объемом высокотехнологичных товаров, данная переменная была добавлена в вышепредставленную регрессионную модель.

Динамика экспорта высокотехнологичных товаров имеет положительный тренд (рис. 2).

В данном временном ряду тренд следующий:

$$\hat{x}_2 = 0,21t + 2,1412, 1 < t < 14. \quad (11)$$

Полученное уравнение регрессии на основе критерия Фишера значимо на уровне 0,4 %. Коэффициенты регрессии (*a* и *b*) по *t*-критерию значимы на уровнях 0,4 % и 0,07 %.

В регрессионную модель для прогноза и рекомендаций необходимо внести поправки, кото-

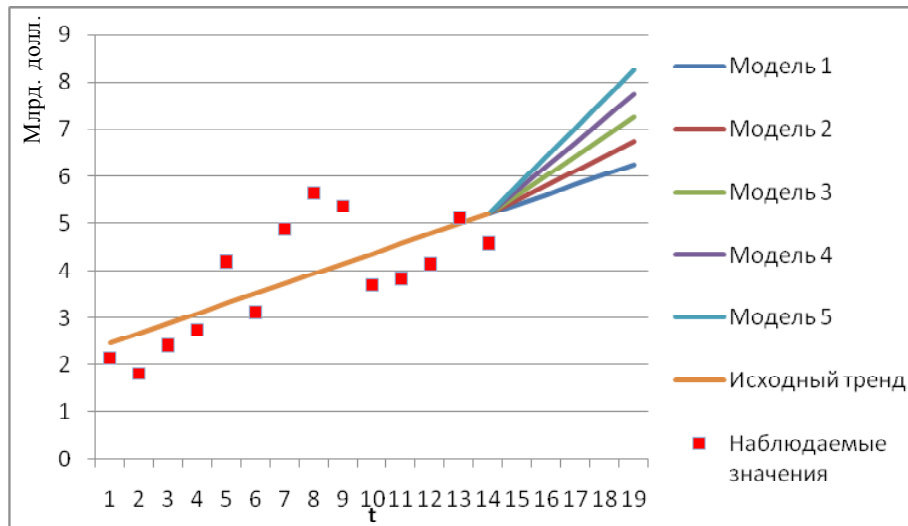


Рис. 2. Экспорт высокотехнологичных товаров

рые дадут возможность ускорения роста баллов индекса конкурентоспособности России. Начиная с 2011 г. требуется построить несколько имитационных моделей, в каждой из которых средний прирост экспортных поставок будет возрастать на 100 млн. долл., в каждой последующей модели - начиная с 210 млн. долл. в первой. Таким образом, линия тренда должна быть следующая для периода с 2010 до 2014 г.

В данной модели $15 < t < 18$:

$$\hat{x}_2 = 0,21t + 1,95,$$

$$\hat{x}_2 = 0,31t + 0,45,$$

$$\hat{x}_2 = 0,41t - 1,05,$$

$$\hat{x}_2 = 0,51t - 2,55,$$

$$\hat{x}_2 = 0,61t + 4,05.$$

Уравнение линейной регрессии числа баллов индекса GCI на переменные x_1 и x_2 определяется соотношением

$$\hat{y} = 0,12x_1 + 0,26x_2 - 3,82, \quad (12)$$

где x_1 - процент экспорта от ВВП;

x_2 - экспорт высокотехнологических товаров.

В данном случае уравнение регрессии в соответствии с критерием Фишера значимо на уровне 10 %. Коэффициенты регрессии (a , b и c) по t -критерию значимы на уровнях 4,2 %, 46 % и 24 %.

Полученная регрессионная модель, как описывает профессор Р.А. Шмойлова⁶, не может быть

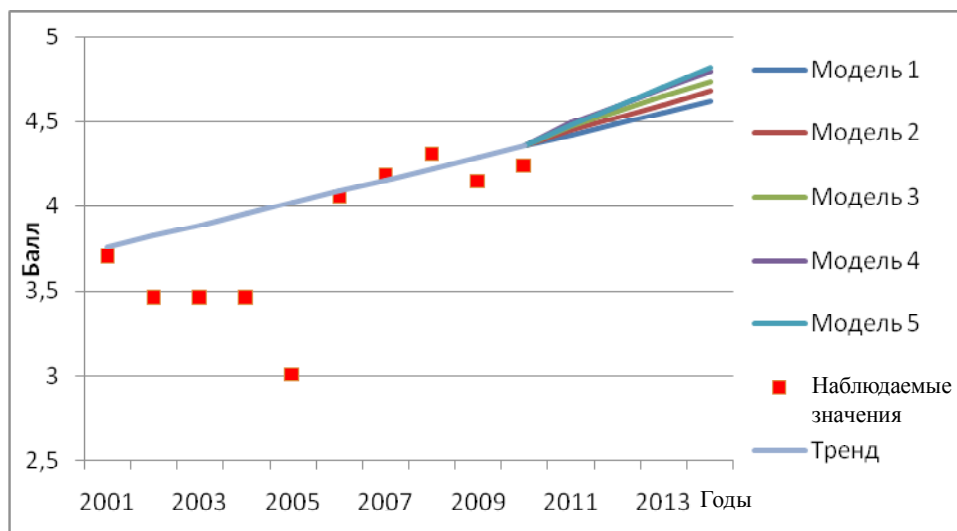


Рис. 3. Динамика изменения баллов индекса конкурентоспособности на основе регрессионной модели с дополнительной переменной

Таблица 3. Влияние изменения роста экспортных поставок высокотехнологических товаров на изменение места России в глобальном рейтинге конкурентоспособности

Прирост экспорта высокотехнологичных товаров, млн. долл.	Место в 2011 г.	Место в 2014 г.
210	15	15
310	15	14
410	15	14
510	14	13
610	14	13

использована для прогнозирования, в связи с тем что она значима по критерию Фишера, но не все ее коэффициенты значимы на основе t -критерия, на ее основе можно принимать определенные решения. Полученная регрессионная модель является имитационной, и на ее основе возможно принятие управленческих решений.

Регрессионная модель (рис. 3) в виде временного ряда следующая:

$$\hat{y} = 0,0663t + 3,6926. \quad (13)$$

На основе динамики баллов, рассчитанной выше, определена динамика места России для каждого из предложенных сценариев.

Благодаря увеличению экспорта высокотехнологичных товаров, по крайней мере в среднем на 210 млн. долл. в год, как следует из табл. 3, конкурентоспособность России останется неизменной. Таким образом, можно сделать вывод, что для того, чтобы конкурентоспособность России росла или, по крайней мере, оставалась неизменной, ежегодный средний рост экспортных поставок должен составлять не менее 210 млн. долл.

В настоящее время положительная динамика баллов исследованных индексов конкурентоспособности свидетельствует об экономическом росте России, но этот рост не является достаточ-

ным для изменения ее рейтинга среди стран мирового сообщества.

На основании вышеупомянутого исследования был выявлен фактор, воздействуя на который можно добиться роста конкурентоспособности России: экспорт высокотехнологичных товаров.

Дальнейшее исследование в данном направлении предполагает статистический анализ и моделирование влияния на конкурентоспособность России структурно-динамических изменений обусловленности конкурентоспособности России в общей системе мирового рейтинга конкурентоспособности.

¹ Global Competitiveness Report - World Economic Forum (GCI). URL: <http://www.weforum.org/reports>.

² International Institute for Management Development - World Competitiveness Yearbook (WCY). URL: <http://www.imd.org>.

³ Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. М., 1975. С. 137.

⁴ Новак Э. Введение в методы эконометрики / пер. с польск. под ред. И.И. Елисевой. М., 2004. С. 199.

⁵ Там же.

⁶ Минашкин В.Г., Шмойлова Р.А., Садовникова Н.А. Теория статистики. М., 2003. С. 257.

Поступила в редакцию 06.06.2011 г.