

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ИНДЕКСА ВОСПРИЯТИЯ КОРРУПЦИИ В РОССИИ

Forecasting changes of corruption perceptions index in Russia

Аннотация: приведены трудности оценки динамики показателя коррупционности. Получена математическая модель зависимости индекса восприятия коррупции для России от времени. Определены ошибки моделирования. Выполнено прогнозирование показателя коррупционности в России на 2016-2018 годы.

Abstract: It presents difficulty in assessing the dynamics of corruption index. A mathematical model of the dependence Corruption Perceptions Index (CPI) in Russia from time to time. Identified modeling errors. Achieved forecasting index of corruption in Russia for 2016-2018 years.

Ключевые слова: сложная система, аддитивная модель, коррупционность, прогноз.

Keywords: a complex system, additive model, corruptibility, forecast.

Оценку динамики коррупционности страны, региона или отдельной территории трудно выполнить по следующим причинам. Во-первых, существует множество показателей, характеризующих коррупционность исследуемого объекта. Во-вторых, трудно поддается учету весь спектр факторов, влияющих на показатели коррупции, кроме того, влияние этих факторов различно как по силе, так и по направлению. Иными словами, систему коррупции как объекта исследования можно отнести к классу сложных систем или объект-системам. Объект-система - это совокупность взаимосвязанных элементов, в определенном смысле обособленная от окружающей среды и взаимодействующая с ней как целое.

Для сложных систем характерно наличие большого числа взаимно связанных, взаимодействующих между собой элементов. Если система имеет N элементов и каждый элемент связан с каждым, то общее число связей равно $N \times (N - 1)$. Если все N элементов имеют по M состояний, то для такой системы общее число состояний $S = M^N$. Если поведение системы описывается процессом перехода элемента из одного состояния в другое, то общее число возможных переходов равно $K = S^2$. Поведение системы быстро усложняется с ростом числа ее элементов и состояний. Так, для системы из $N = 10$ элементов при минимальном количестве состояний каждого элемента $M = 2$ (есть воздействие или нет воздействия) число состояний будет $S = 2^{10} = 1024$. Максимальное число связей в подобной системе равно 90, а максимальное число сценариев развития системы $K = 1048576$. Если говорить о количестве возможных структурных схем такой системы, зависящей от наличия или отсутствия связей между элементами, то это количество можно определить как $2^{N \times (N - 1)} = 2^{90} = 1,2379 \times 10^{27}$. Конечно, из всех возможных вариантов состояний и структур исследуемой сложной системы вероятнее всего большая их часть не сможет сформироваться или функционировать в реальной ситуации. Поэтому, прежде чем строить модель сложной системы, необходимо выявить наиболее вероятную возможную структуру (или

структуры) и состояние (или состояния) системы, что представляет собой отдельную, не менее сложную задачу.

В связи с этим для исследования реальной сложной системы можно рассмотреть поведение такой системы (какого-либо результирующего фактора или факторов) в зависимости от времени. В этом случае модель будет автоматически учитывать все существенные ее элементы, их состояния и связи между ними. Поэтому в работе [1] автором была рассмотрена математическая модель оценки коррупционности в России на основе зависимости индекса восприятия коррупции (CPI) как интегральной характеристики коррупционности от времени. Несмотря на то, что построенная модель имеет достаточно высокую точность, было отмечено, что прогноз по этой модели можно выполнять на относительно небольшой период времени. Это являлось «ценой» высокой точности самой модели, поскольку, чем точнее модель описывает процесс, тем, как правило, выше погрешность прогноза, особенно если прогноз выполняется на несколько периодов вперед. Нетрудно проверить, что модель зависимости индекса восприятия коррупции (CPI) от времени (год), предложенная в работе [1], достаточно точно прогнозирует тенденции изменения показателя CPI (например, на 2013-2016 годы), но имеет большую ошибку по абсолютной величине прогноза.

В данной статье предлагается математическая модель зависимости индекса восприятия коррупции (CPI) для России от времени (год), построенная на основе данных таблицы 1.

Таблица 1

Индекс восприятия коррупции (CPI) по России
(источник: https://ru.wikipedia.org/wiki/Transparency_International)

год	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CPI	2,58	2,27	2,40	2,40	2,10	2,30	2,70	2,70	2,80	2,40	2,50	2,30	2,10	2,20	2,10	2,40	2,8	2,8	2,7	2,9

Для построения математической модели избрана аддитивная модель [3] вида $CPI_{теор} = T + S$, где T – трендовая составляющая моделируемого ряда, S – циклическая составляющая моделируемого ряда.

Для получения трендовой составляющей выполнено сглаживание исходных данных методом скользящей средней для ширины окна сглаживания $m = 9$. Результат сглаживания показан на рисунке 1.

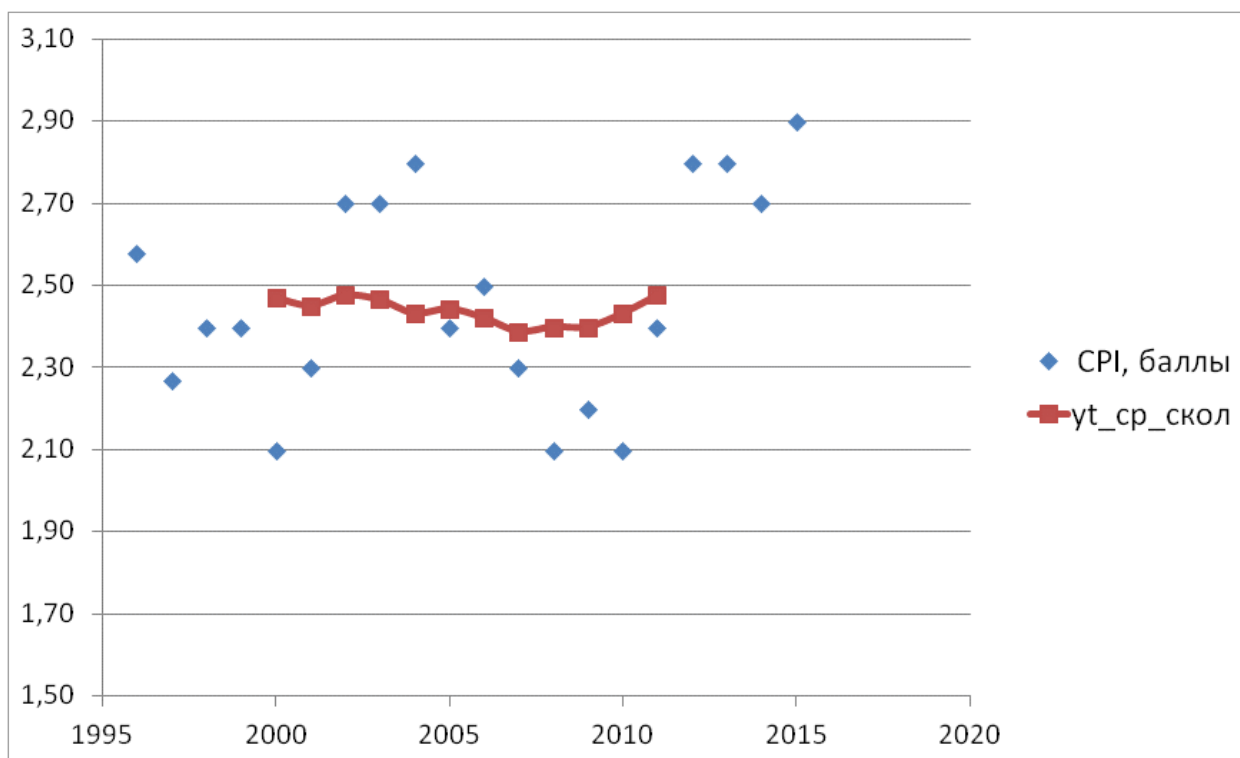


Рис. 1. Результат сглаживания $y_{t_cp_скол}$ исходных данных CPI методом скользящей средней

В качестве модели тренда T была выбрана линейная модель $T = a + b \times t$. Параметры модели a и b вычислялись методом наименьших квадратов по полученным данным сглаженной характеристики $y_{t_cp_скол}$. Результат моделирования: $T = 10,449 + (-0,004) \times t$, показывает, что имеет место тенденция к снижению индекса восприятия коррупции CPI в России, но снижение слабое и составляет в среднем 0,004 балла за год. По сравнению с моделью, полученной в работе [1], темп снижения индекса восприятия коррупции снизился более чем 2 раза (тогда он составлял величину равную -0,009), что является положительным фактором.

Для оценки циклической составляющей вычислялась разность исходных данных индекса восприятия коррупции и вычисленного по линейной модели тренда

$$S = CPI - T.$$

Далее рассчитывались средние значения циклической составляющей S_{cp} для периодичности исследуемого процесса $\tau = 11$ лет. Теоретические значения индекса восприятия коррупции определялись по принятой аддитивной модели $CPI_{теор} = T + S_{cp}$ результаты вычислений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты моделирования индекса восприятия коррупции России для аддитивной модели

Год, t	CPI, баллы	T	S_{cp}	$CPI_{теор}$
1996	2,58	2,48	-0,02	2,46
1997	2,27	2,47	-0,27	2,21
1998	2,40	2,47	-0,15	2,32
1999	2,40	2,47	-0,19	2,27
2000	2,10	2,46	-0,19	2,27
2001	2,30	2,46	0,11	2,57

2002	2,70	2,45	0,32	2,77
2003	2,70	2,45	0,27	2,72
2004	2,80	2,45	0,43	2,87
2005	2,40	2,44	-0,04	2,40
2006	2,50	2,44	0,06	2,50
2007	2,30	2,43	-0,02	2,42
2008	2,10	2,43	-0,27	2,16
2009	2,20	2,43	-0,15	2,28
2010	2,10	2,42	-0,19	2,23
2011	2,40	2,42	-0,19	2,23
2012	2,8	2,41	0,11	2,53
2013	2,8	2,41	0,32	2,73
2014	2,7	2,41	0,27	2,68
2015	2,9	2,40	0,43	2,83

Относительная ошибка моделирования индекса восприятия коррупции вычислялась как средняя ошибка аппроксимации по формуле:

$$A_{cp} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{\varepsilon}{CPI} \right| \times 100\%, \text{ где } \varepsilon = CPI - CPI_{теор}.$$

Средняя ошибка аппроксимации модели составила $A_{cp} = 4,1 \%$, что говорит об достаточно хорошем качестве полученной математической модели индекса восприятия коррупции CPI.

Относительная ошибка модели оценивалась по формуле соотношения объясненной и общей дисперсий:

$$\Delta_{отн} = \frac{\sum (CPI - CPI_{теор})^2}{\sum (CPI - CPI_{среднее})^2} \times 100\%.$$

Относительная ошибка составила $\Delta_{отн} = 1,6 \%$, что указывает на достаточно высокую точность математического моделирования индекса восприятия коррупции CPI России и возможность прогнозирования данного показателя на последующие периоды времени.

Прогноз выполнялся на 2016-2018 годы. Для этого рассчитывались по полученной аддитивной модели средние значения индекса восприятия коррупции $CPI_{модель}$, а также соответствующие 95-процентные доверительные интервалы прогноза. Для расчета доверительного интервала использовались формулы:

$$CPI_{прогноз_min} = CPI_{модель} - \Delta CPI,$$

$$CPI_{прогноз_max} = CPI_{модель} + \Delta CPI.$$

Вычисление отклонений от среднего прогнозируемого значения $CPI_{модель}$ выполнялось по формуле:

$$\Delta CPI = t_{табл} \times m_{CPI},$$

где $t_{табл}$ – табличное значение t-статистики ($t_{табл} = 2,45$); m_{CPI} – средняя ошибка прогнозируемого значения $CPI_{модель}$, которая вычислялась по формуле:

$$m_{CPI} = \sqrt{\frac{\sum (CPI - CPI_{теор})^2}{n - 2}} \times \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(t_p - \bar{t})^2}{\sum (t - \bar{t})^2}}$$

соответственно для $t_p = 2016, 2017$ и 2018 годы.

В таблице 3 приведены результаты расчета показателей прогнозирования индекса восприятия коррупции *CPI* России по полученной аддитивной модели. Согласно модели индекс восприятия коррупции *CPI* России в ближайшие годы стабилизируется примерно на одном уровне. Время покажет, повлияет ли на данный показатель на принятие, а самое главное, применение новых законов антикоррупционной направленности.

Таблица 3

Результаты расчета показателей прогнозирования на 2016-2018 годы индекса восприятия коррупции *CPI* России

год	T	S_{cp}	$CPI_{модель}$	ΔCPI	$CPI_{прогноз_min}$	$CPI_{прогноз_max}$
2016	2,397	-0,041	2,36	0,354	2,003	2,710
2017	2,393	0,063	2,46	0,358	2,098	2,814
2018	2,389	-0,015	2,37	0,363	2,011	2,738

На рисунке 2 приведены графики исходных данных индекса восприятия коррупции *CPI* России за 1996-2015 годы, индекс восприятия коррупции $CPI_{модель}$, полученный по аддитивной модели, и прогноз фактора *CPI* России на 2016-2018 годы для 95-процентного доверительного интервала.

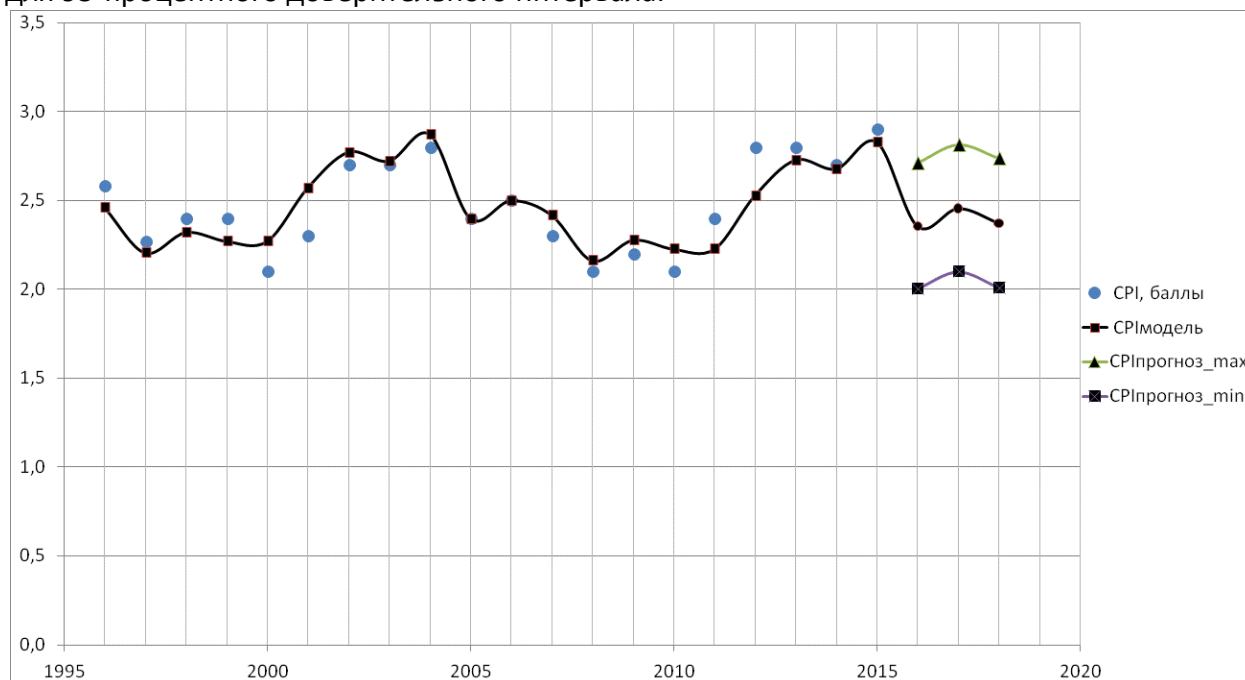


Рис. 2. Исходные, модельные и прогнозируемые данные индекса восприятия коррупции *CPI* России

Таким образом, можно отметить, что согласно полученной модели в ближайшие годы индекс восприятия коррупции *CPI* России, характеризующий оценку коррупционности, не будет претерпевать резких изменений и его среднее значение ожидается в районе 2,3-2,5 балла. Конечно, предложенная модель может быть проверена только временем, что явится основным критерием адекватности модели индекса. Однако следует ожидать роста индекса восприятия коррупции *CPI* России в связи с активностью правоприменения антикоррупционного законодательства.

Можно также заметить, что для исходных данных зависимости индекса восприятия коррупции *CPI* от года (рисунок 1) характерно изменение временного ряда,

свойственное мультипликативной модели. Но для построения мультипликативной модели требуется большее число исходных данных индекса восприятия коррупции CPI.

Список литературы

1. Поляков С. В. Математическая модель коррупционной преступности // Динамика сложных систем. – 2014. - № 5. - Т. 8. - С. 80-86.
2. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Transparency_International.
3. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев; под ред. В. В. Федосеева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2014.