

© А.А.Давыдов, 2010 г.

**А.А.Давыдов**

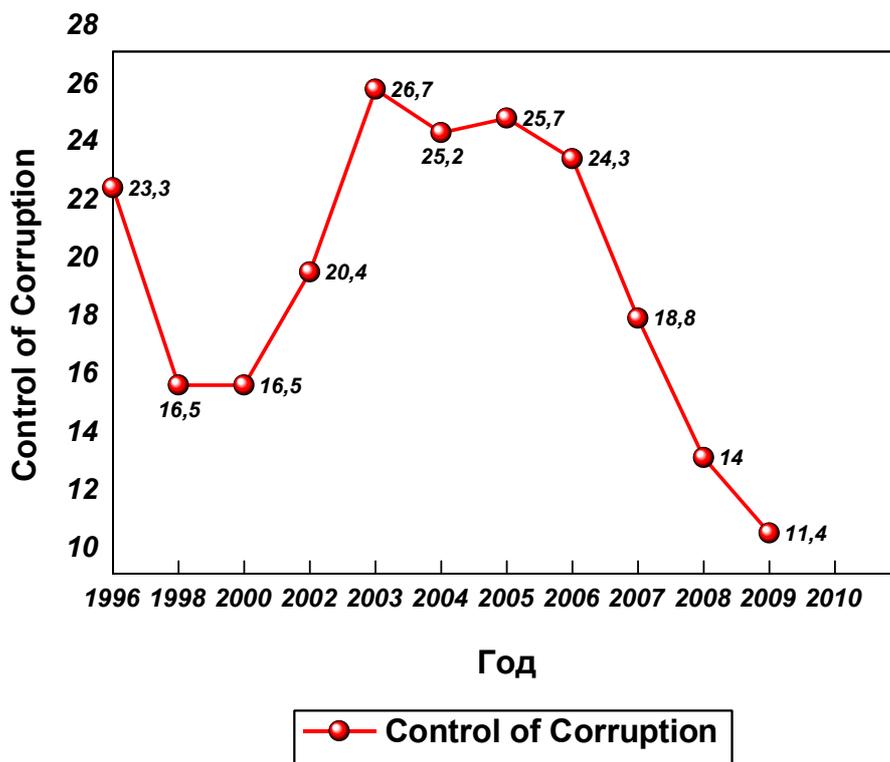
## **КОРРУПЦИЯ, НАУКА И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ: ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ**

**Ключевые слова:** коррупция, наука, инновационное развитие, вычислительная модель, системная социология

### ***Введение***

Результаты опросов общественного мнения россиян [1], в частности, российских предпринимателей [2] свидетельствуют, что, по мнению опрошенных, одной из главных проблем, сдерживающих модернизацию и инновационное развитие России, является коррупция. Данные результаты опросов хорошо согласуются с данными международной статистики [3]. Так, например, по значению Corruption Perceptions Index [4] Россия в 2009 году занимала 146 место среди 180 стран мира по уровню коррупции, что является очень высоким уровнем коррупции. На рис. 1 представлена динамика значений показателя Control of corruption (контроль над коррупцией) для России по данным World Bank [5]. Напомним, что показатель Control of corruption показывает, в какой мере (от 0 до 100%) государственные органы власти борются с коррупцией. Control of corruption также показывает, в какой мере ( $100 - x$ , где  $x$  - значение Control of corruption) государство «захвачено» частными интересами национальной элиты.

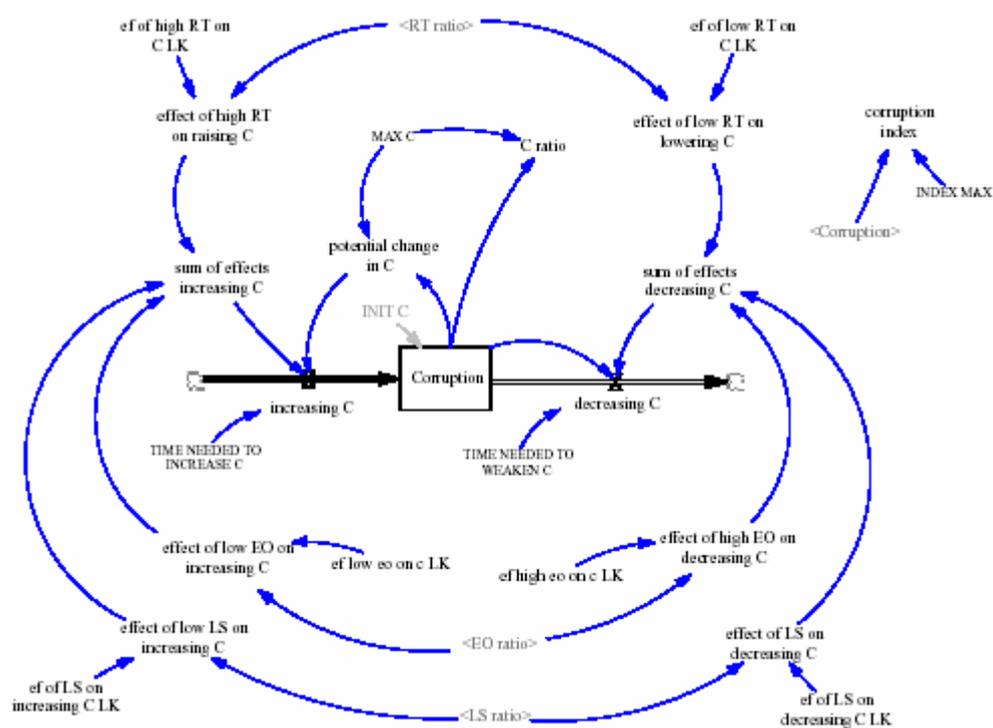
Динамика значений Control of corruption для России



[Цит. по 5]

Известно [6], что коррупция является системным явлением, для анализа и моделирования которого существует множество системных компьютерных моделей, например Dudley, Bribe, Boss и т.д. В качестве иллюстрации на рис.2 представлен фрагмент компьютерной системной модели коррупции Dudley, разработанной в рамках методологии System Dynamics (SD) – системной динамики, одной из методологий системной социологии [6].

Фрагмент компьютерной системной модели коррупции Dudley



[Цит. по 6]

На основании проведенных исследований автора [7] известно влияние некоторых переменных на инновационное развитие стран мира. Так, в таблице 1 представлены некоторые переменные, которые оказывают положительное и отрицательное статистическое влияние на значение Global Index (factor scores), с помощью которого был измерен уровень инновационного развития стран мира.

Таблица 1

Статистические зависимости между значениями Global Index (factor scores) и значениями некоторых переменных

<i>Переменная</i>	<i>Значение коэффициента корреляции Пирсона</i>	<i>Значение <math>R^2</math></i>
<b>Положительное влияние на инновационное развитие</b>		
Scientific Outputs (результаты научной деятельности)	0.904**	0.818
KOF Index of Globalization	0.790**	0.624
Innovation Environment in Firms	0.768**	0.590
Democracy Index	0.718**	0.516
IDV (ценность индивидуальных достижений)	0.697**	0.486
IQ (Среднее значение коэффициента интеллектуальности населения)	0.671**	0.450
Religion not at all important	0.583**	0.340
Постматериалистические ценности	0.498**	0.248
Смешанные ценности	0.407**	0.165
<b>Отрицательное влияние на инновационное развитие</b>		
Corruption Perceptions Index	-0.916**	0.840
PDI (готовность людей принимать неравномерность распределения власти в обществе)	-0.691**	0.477
Global Peace Index (уровень насилия в стране)	-0.632**	0.399
Religion very important (важность религии)	-0.600**	0.360
Материалистические ценности	-0.508**	0.258
UAI (ценность четких и ясных правил деятельности, уклонение от неопределенности)	-0.369**	0.136

*Примечание:* \*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

[Цит. по 7]

Результаты проведенных исследований [8-9] свидетельствуют, что переменные, представленные в таблице 1, взаимосвязаны с помощью прямых и обратных, линейных и нелинейных зависимостей, образуя систему. При этом, наибольшее отрицательное влияние на уровень инновационного развития (значение Global Index - factor scores) оказывает коррупция (значение Corruption Perceptions Index), а наибольшее положительное влияние оказывает наука (Scientific Outputs) (см. таб.1).

В этой связи автор поставил следующую исследовательскую задачу:

*Построение вычислительной модели, которая бы учитывала влияние значений Corruption Perceptions Index и Scientific Outputs на значение Global Index (factor scores).*

Решение поставленной исследовательской задачи важно для развития компьютерной теории социальных систем [10] и для решения прикладных задач, в частности, для моделирования возможных прогнозных сценариев инновационного развития России в рамках системных теорий целевого управления [11], оптимального управления [12] и т.д.

### **Методология**

Решение поставленной исследовательской задачи осуществлялось в рамках системной социологии [6] на основе социально-инженерной и компьютерной методологических парадигм [13] системной социологии. В частности, проведенное исследование было выполнено в соответствии с методологическими требованиями Computational Sociology (вычислительной социологии) - одного из современных разделов системной социологии. В этой связи напомним, что в Computational Sociology, поставленная автором исследовательская задача называется обратной задачей, когда по имеющимся эмпирическим данным требуется выявить вычислительную модель. В данном исследовании использовалась одна из компьютерных методологических парадигм Computational Sociology, а именно, Equation-Based Modeling [10], в рамках которой требуется явно задать численные значения параметров математической функции (функций), входящих в вычислительную модель. В соответствии с методологией Computational Sociology, в данном исследовании использовалось множество пакетов для анализа и моделирования эмпирических данных.

### **Методика**

Для решения поставленной исследовательской задачи использовались значения Corruption Perceptions Index [4], Scientific Outputs [цит. по 14] и Global Index (factor scores) [15], с помощью которого измеряют уровень инновационного развития стран мира. В этой связи еще раз напомним, что по значению Corruption Perceptions Index [4] Россия в 2009 году занимала 146 место среди 180 стран мира

по уровню коррупции, что является очень высоким уровнем коррупции. По значению Scientific Outputs [цит. по 14] Россия Россия в 2009-2010 гг. занимала 39 место среди 132 стран мира, а по значению Global Index (factor scores) [15], Россия в 2009 году занимала 55 место среди 96 стран мира. В данном исследовании использовались значения Corruption Perceptions Index [4], Scientific Outputs [цит. по 14] и Global Index (factor scores) [15] по 94 странам мира.

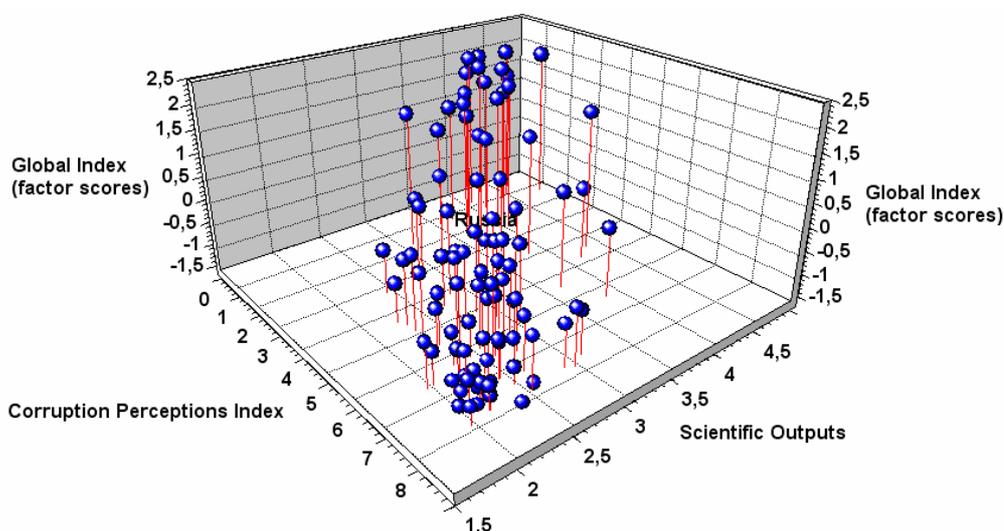
В соответствии с методологией Computational Sociology, в данном исследовании использовались следующие пакеты для анализа и моделирования эмпирических данных: SPSS, Microsoft Office Excel, Harvard ChartXL, TableCurve 2D [16], TableCurve 3D [17], VariReg [18].

### **Полученные результаты**

На рис.3 представлено место России среди 94 стран мира в 2009 году в признаковом пространстве значений Corruption Perceptions Index, Scientific Outputs и Global Index (factor scores).

Рис.3

Место России среди 94 стран мира в 2009 году в признаковом пространстве значений Corruption Perceptions Index, Scientific Outputs и Global Index (factor scores)

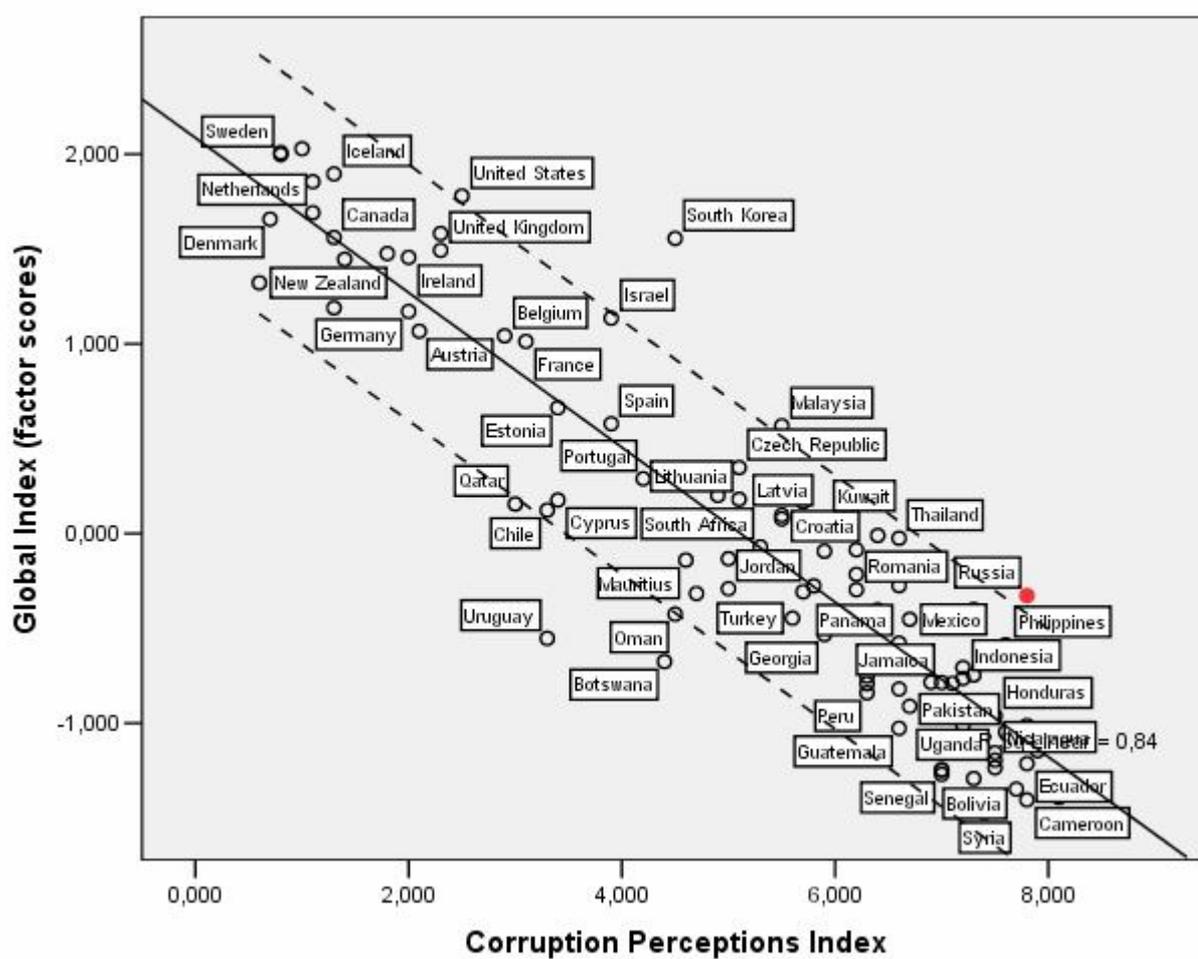


Из рис. 3 следует, что по метрике Евклида, Россия была наиболее «близка» к следующим странам мира: Азербайджан («расстояние» - 0.313), Филиппины (0.353), Украина (0.440), Казахстан (0.604), Вьетнам (0.781), Египет (0.892), Индонезия (0.912). Напротив, Россия была наиболее «далеко» от следующих стран мира: Новая Зеландия («расстояние» - 7.573), Швеция (7.480), Сингапур

(7.464), Дания (7.457), Швейцария (7.355), Нидерланды (7.144), Финляндия (7.140), которые входят в группу стран - лидеров инновационного развития в социуме [15].

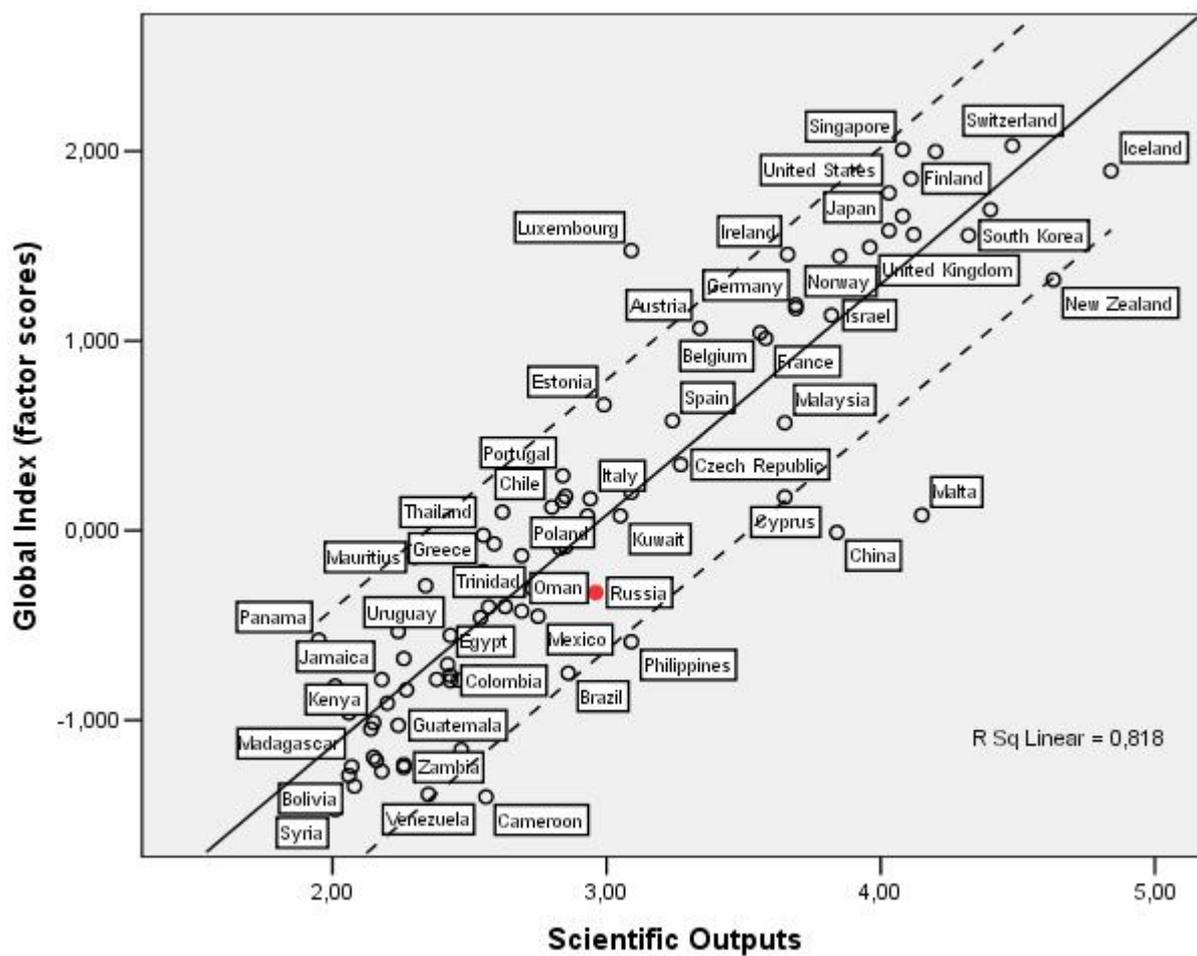
На основании проведенного анализа класса зависимостей между значениями Corruption Perceptions Index, Scientific Outputs и Global Index (factor scores) с помощью пакета TableCurve 2D [16], который предназначен для автоматической аппроксимации 3667 математических функций для двух переменных, а также пакета TableCurve 3D [17], который предназначен для автоматической аппроксимации более одного миллиона математических функций для трех переменных, автор остановился на линейной зависимости, поскольку она удовлетворяет критериям [13], предъявляемым к вычислительным моделям в системной социологии. На рис. 4-7, представлены выявленные статистические линейные зависимости между значениями Corruption Perceptions Index, Scientific Outputs и Global Index (factor scores).

Линейная зависимость между значениями Corruption Perceptions Index и Global Index (factor scores).



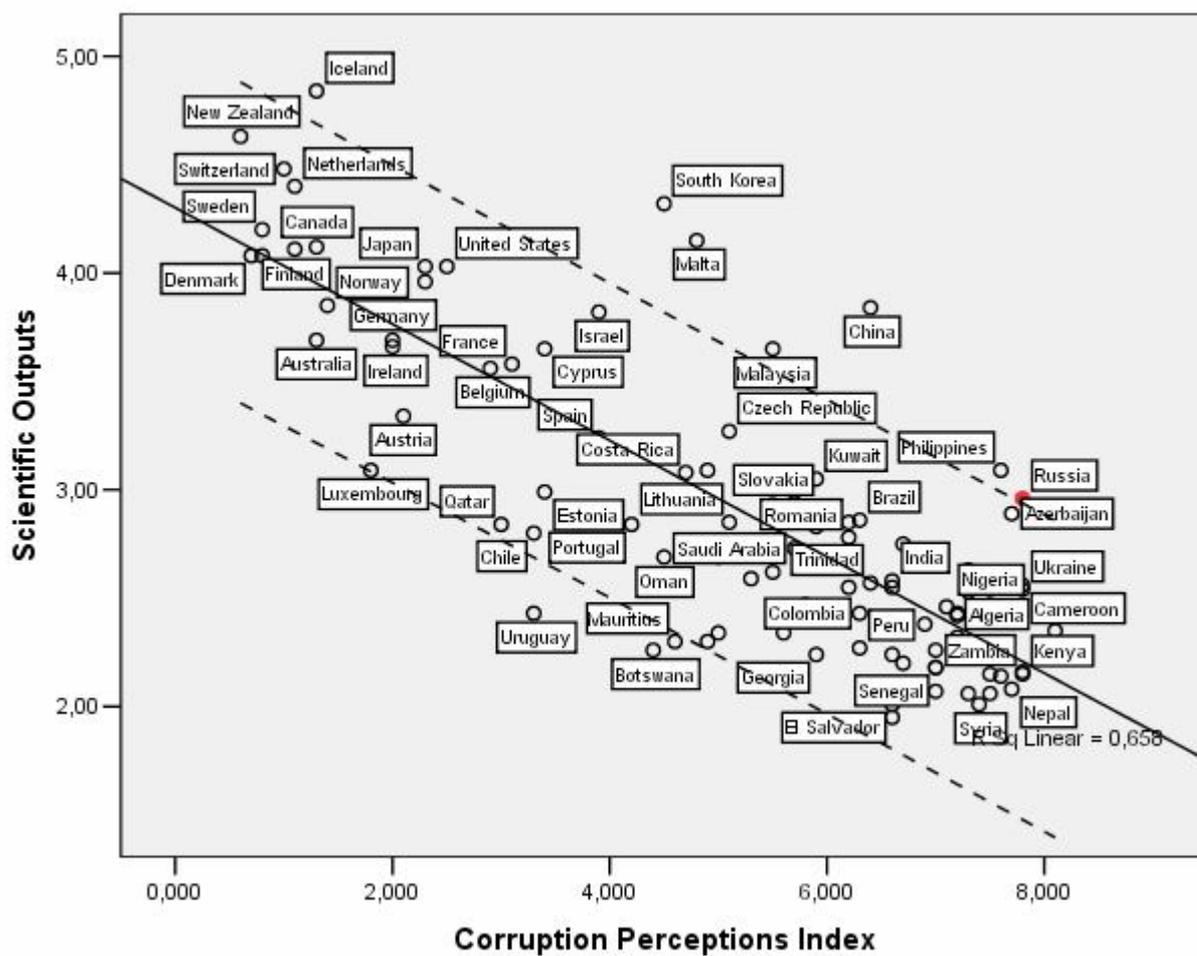
Примечание: линия на графике – линейная регрессия, пунктирные линии - 95% доверительный интервал.

Линейная зависимость между значениями Scientific Outputs и  
Global Index (factor scores)

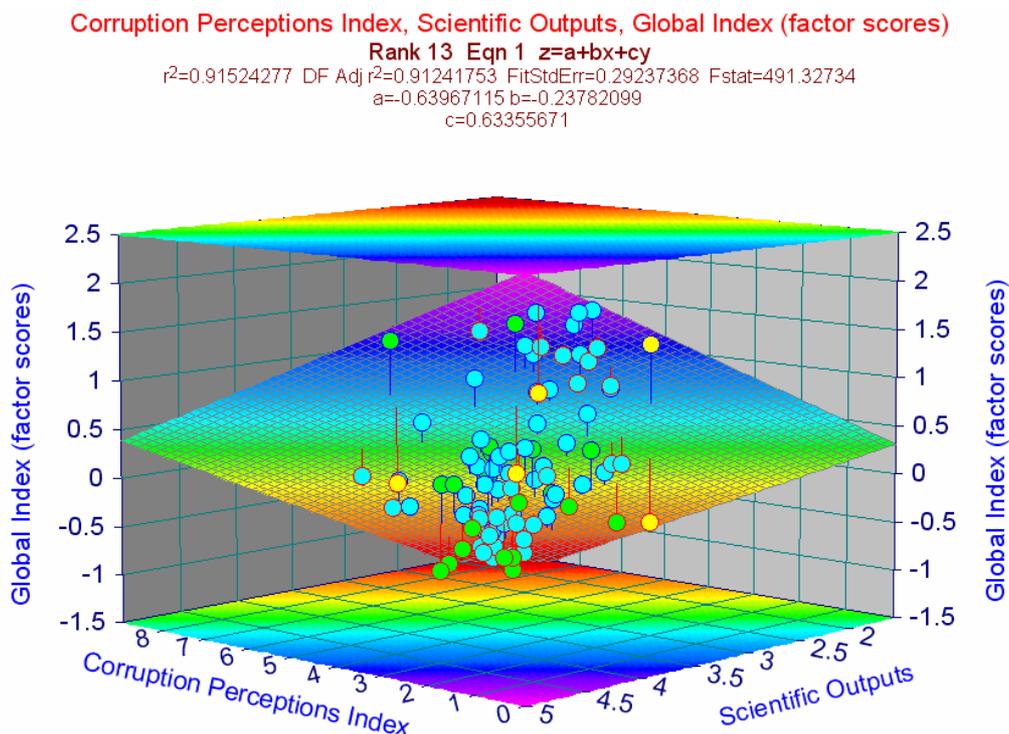


Примечание: линия на графике – линейная регрессия, пунктирные линии - 95% доверительный интервал.

Линейная зависимость между значениями Corruption Perceptions Index и Scientific Outputs



Примечание: линия на графике – линейная регрессия, пунктирные линии - 95% доверительный интервал.



В таблицах 2-3 представлены мера аппроксимации и коэффициенты множественной линейной регрессии между значениями Corruption Perceptions Index, Scientific Outputs и Global Index (factor scores).

Таблица 2

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,957 <sup>a</sup>	,915	,913	,292310

a. Predictors: (Constant), Corruption Perceptions Index, Scientific Outputs

Таблица 3

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,640	,312		-2,052	,043
	Scientific Outputs	,634	,070	,471	9,017	,000
	Corruption Perceptions Index	-,238	,023	-,534	-10,233	,000

a. Dependent Variable: Global Index (factor scores)

Значения коэффициентов множественной линейной регрессии, представленные в таблице 3, соответствуют математической функции (1).

$$y = -0.640 + 0.634 * x - 0.238 * z, \quad (1)$$

где  $y$  - значение Global Index (factor scores)

$x$  - значение Scientific Outputs

$z$  - значение Corruption Perceptions Index

### **Обсуждение полученных результатов**

Построенная вычислительная модель (1) удовлетворяет критериям, предъявляемым к вычислительным моделям в системной социологии [13]. А именно, модель (1) довольно точно описывает имеющиеся эмпирические данные (мера аппроксимации  $R^2 = 0.913$ ), модель описывает хорошо изученный общесистемный линейный закон, модель является простой, позволяет легко проводить вычислительные эксперименты в многочисленных пакетах для моделирования систем, например, в среде имитационного моделирования Simulink пакета MATLAB, Anylogic, STELLA, Vensim и т.д. Например, в формуле (1) можно изменять значения Scientific Outputs и Corruption Perceptions Index по различным известным системным законам динамики [13], а именно, линейный, степенной, экспоненциальный, сигмоидный и т.д. рост (спад), синусоидальная функция, случайный процесс и т.д. При этом, одновременно изменять значения Scientific Outputs и Corruption Perceptions Index, изменять только одно из значений Scientific Outputs или Corruption Perceptions Index, проводить оптимизационные вычислительные эксперименты и т.д.

В качестве примера вычислительных возможностей модели (1), ниже представлены результаты вычислительного эксперимента, проведенного автором применительно к России. В вычислительном эксперименте были найдены оптимальные значения Corruption Perceptions Index, Scientific Outputs и Global Index (factor scores), которые максимизируют значение функции (1) с учетом взаимодействия между значениями Scientific Outputs и Corruption Perceptions Index и с учетом верхних границ значений данных индексов, выход за которые невозможен по конструктивным особенностям данных индексов. Для решения данной оптимизационной задачи использовался пакет VariReg [18], в частности, методы Polynomial Neural Networks (PNN), основанные на Group Method of Data Handling (GMDH) и Particle Swarm Optimization со следующими значениями

параметров: Social parameter – 2.5, Cognitive parameter – 1.5, Number of particles – 100, Number of iterations – 200, Begin inertia weight – 1, End inertia weight - 0.35, Number of restarts – 10. Методика и процедуры решения данной оптимизационной задачи описаны в [12]. В таблице 4 представлены полученные результаты оптимизации, а именно, значения оптимальных оценок, которые максимизируют целевую функцию (1).

Таблица 4

Значения переменных для России и значения оптимальных оценок

Переменная	Россия (2009 год)	Оптимальные оценки
Global Index (factor scores)	-0.327	2.284
Corruption Perceptions Index	7.8	0.6
Scientific Outputs	2.96	4.84

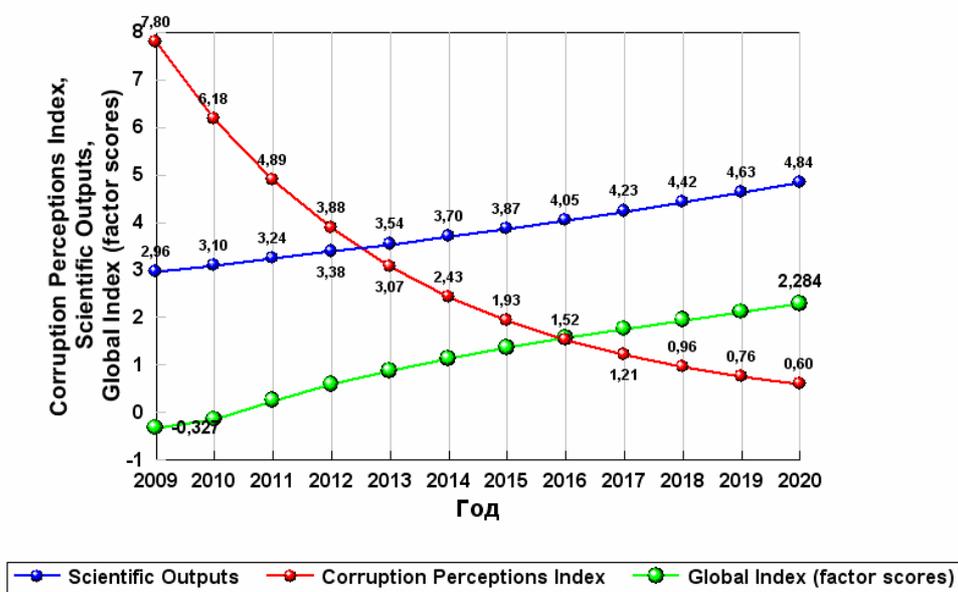
Далее решалась, в частности, следующая вычислительная задача, при допущениях, что модель (1) пригодна для России и значения параметров модели (1) не зависят от времени. Если значения Corruption Perceptions Index будут уменьшаться с течением времени в арифметической прогрессии, а значения Scientific Outputs будут увеличиваться с течением времени, также в арифметической прогрессии, то при каких значениях разности ( $d$ ) арифметических прогрессий Россия может достичь оптимальных оценок, представленных в таблице 4, к 2020 году? Выбор 2020 года был обусловлен известным планом Президента РФ «Стратегия 2020»[19]. Результаты проведенного вычислительного оптимизационного эксперимента с использованием методов линейной и нелинейной оптимизации, реализованных в Microsoft Office Excel (процедура «Поиск решения»), с погрешностью в 5%, показали следующее. Чтобы Россия к 2020 году достигла оптимальных значений, представленных в таблице 4, значения Corruption Perceptions Index для России должны ежегодно снижаться в арифметической прогрессии, с разностью арифметической прогрессии  $d_{Corruption} = 0.654$ , а значения Scientific Outputs должны ежегодно увеличиваться в арифметической прогрессии, с разностью арифметической прогрессии  $d_{Science} = 0.171$ .

Результаты вычислительных экспериментов также показали следующее. Чтобы Россия к 2020 году достигла оптимальных оценок, представленных в

таблице 4, значения Corruption Perceptions Index для России должны ежегодно снижаться в геометрической прогрессии, со знаменателем геометрической прогрессии  $q_{Corruption} = 0.792$ , а значения Scientific Outputs должны ежегодно увеличиваться в геометрической прогрессии, со знаменателем геометрической прогрессии  $q_{Science} = 1.046$ . В качестве иллюстрации, данное вычислительное решение представлено на рис. 8.

Рис.8

### Вычислительный эксперимент инновационного развития России



Проведенные вычислительные эксперименты также показали, что если значения Corruption Perceptions Index для России не будут изменяться с течением времени ( $const_{Corruption} = 7.8$ ) (см. таб.4), то независимо от значения знаменателя геометрической прогрессии роста значений Scientific Outputs, оптимальное значение Global Index (factor scores) равное 2.284 (см. таб.4) к 2020 году достигнуто не будет.

### Выводы

В результате проведенного исследования была построена точная и простая вычислительная модель, которая учитывает влияние значений коррупции и науки на инновационное развитие и которая позволяет проводить вычислительные эксперименты, полезные для практических приложений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдов А.А. Общественное мнение россиян о модернизации в России: компьютерное имитационное моделирование. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
2. Давыдов А.А. Инновационное развитие страны и инновационная активность предпринимателей. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
3. Давыдов А.А. Россия: начальные условия модернизации. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
4. Corruption Perceptions Index. ([http://www.transparency.org/policy\\_research/surveys\\_indices/cpi/2009/cpi\\_2009\\_table](http://www.transparency.org/policy_research/surveys_indices/cpi/2009/cpi_2009_table) )
5. Control of corruption. World Bank. ([http://info.worldbank.org/governance/wgi/sc\\_chart.asp](http://info.worldbank.org/governance/wgi/sc_chart.asp))
6. Давыдов А.А. Конкурентные преимущества системной социологии. (Электронное издание) М.: ИС РАН, 2008. (<http://www.isras.ru/publ.html?id=855>  
<http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/324618.html>)
7. Статьи А.Давыдова о модернизации и инновационном развитии России на официальном сайте Российского общества социологов (РОС). ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
8. Давыдов А.А. О совместном влиянии некоторых переменных на инновационное развитие. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
9. Давыдов А.А. К вопросу о влиянии инновационного развития на общество. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
10. Давыдов А.А. Компьютационная теория социальных систем// Социологические исследования. 2005, № 6, С. 14-24. (<http://www.ecsocman.edu.ru/socis/msg/274278.html>)
11. Давыдов А.А. Модернизация России, полезный опыт Китая и теория сложных систем. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))

12. Давыдов А.А. Об одной задаче оптимального управления инновационным развитием. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
13. Давыдов А.А. Системная социология: введение в анализ динамики социума. М.: ЛКИ, 2007.
14. Давыдов А.А. О влиянии науки на инновационное развитие стран мира. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
15. Давыдов А.А. Зависимость между Global Innovation Index BCG, Innovation Capacity Index и Global Innovation Index INSEAD. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53#5](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5))
16. Пакет TableCurve 2D. (<http://www.systat.com/products/tablecurve2d/>)
17. Пакет TableCurve 3D. (<http://www.systat.com/products/tablecurve3d/>)
18. Пакет VariReg (<http://www.cs.rtu.lv/jekabsons/>)
19. «О стратегии развития России до 2020 года». (<http://archive.kremlin.ru/text/appears/2008/02/159528.shtml>)