

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НА ОБЩЕСТВО

Ключевые слова: инновационное развитие, общество, системная социология

Введение

Существует множество научных работ, например [1-6], в которых изучалось влияние инновационного развития на различные социально-экономические, политические, культурологические, правовые и т.д. переменные в странах мира. В частности, было установлено, что данное влияние может быть нелинейным, с запаздываниями, обратными связями и другими свойствами [7], характерными для системной динамики [8] сложных систем [6].

В предыдущих исследованиях автора [9-16] было изучено прямое влияние некоторых переменных, характеризующих различные аспекты общества, на инновационное развитие, которое измерялось с помощью нового обобщенного индекса Global Index (factor scores) [9]. Вместе с тем, инновационное развитие само оказывает обратное влияние на данные переменные, которые взаимосвязаны между собой с помощью прямых и обратных нелинейных зависимостей в целостной системе. В этой связи автор поставил следующую исследовательскую задачу:

Выявление влияния инновационного развития на некоторые переменные, характеризующие различные аспекты общества, с помощью системной вычислительной модели.

Методология

Решение поставленной задачи осуществлялось в рамках системной социологии [17], в частности, в рамках Computational Sociology (вычислительной социологии) - одного из современных разделов системной социологии.

Методика

Для решения поставленной задачи автор использовал данные по 37-ми странам мира (см. Приложение), по которым имелись одномоментные данные за период 2008-2009 гг. Напомним, что значение Global Index (factor scores) [9] равное 2.0, соответствует очень высокому уровню инновационного развития страны мира, значение Global Index (factor scores) равное -1.5, соответствует очень низкому уровню инновационного развития. В дополнение к имеющимся индексам [9-16] автор включил в анализ Happy Planet Index (HPI) [18], который включает субъективную удовлетворенность жизнью, продолжительность жизни, экологию и является альтернативным по отношению к Human Development Index (индекс развития человека) [19], который включает продолжительность жизни, ВВП (валовой внутренний продукт) на душу населения и образование. По значению Happy Planet Index (HPI) [20] Россия в 2009 году занимала 108 место среди 143 стран мира.

Для выявления зависимостей между переменными использовалась классическая нейронная сеть класса Multilayer Perceptrons (MLPs) с двумя скрытыми слоями (см. рис.1-2) из пакета NeuroSolutions for Excel [21]. Входной нейронный слой – значения Global Index (factor scores). Выходной нейронный слой - значения остальных переменных, включенных в анализ (см. рис.2). Первый и второй скрытые слои содержали по 15 нейронов. Передаточная функция между нейронами TanhAxon - hyperbolic tangent (-1/+1). Правило обучения нейрона Momentum - Gradient and Weight Change Momentum, Step Size = 1.0, Momentum = 0.7. L2 - quadratic cost function в адаптивных системах. Данная структура нейронной сети соответствовала модели сложной адаптивной системы, в которой «все связано со всем» за счет прямых и обратных связей.

Поскольку значения переменных (см. Приложение) имели разные масштабы чисел, что неудобно для последующего визуального сравнительного анализа, то перед обучением нейронной сети значения переменных стандартизировались с помощью Z-scores из пакета SPSS. Значения Global Index (factor scores) не стандартизировались.

Рис.1

Модель класса Multilayer Perceptrons (MLPs) с двумя скрытыми слоями

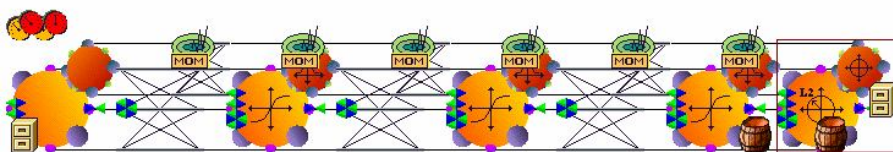
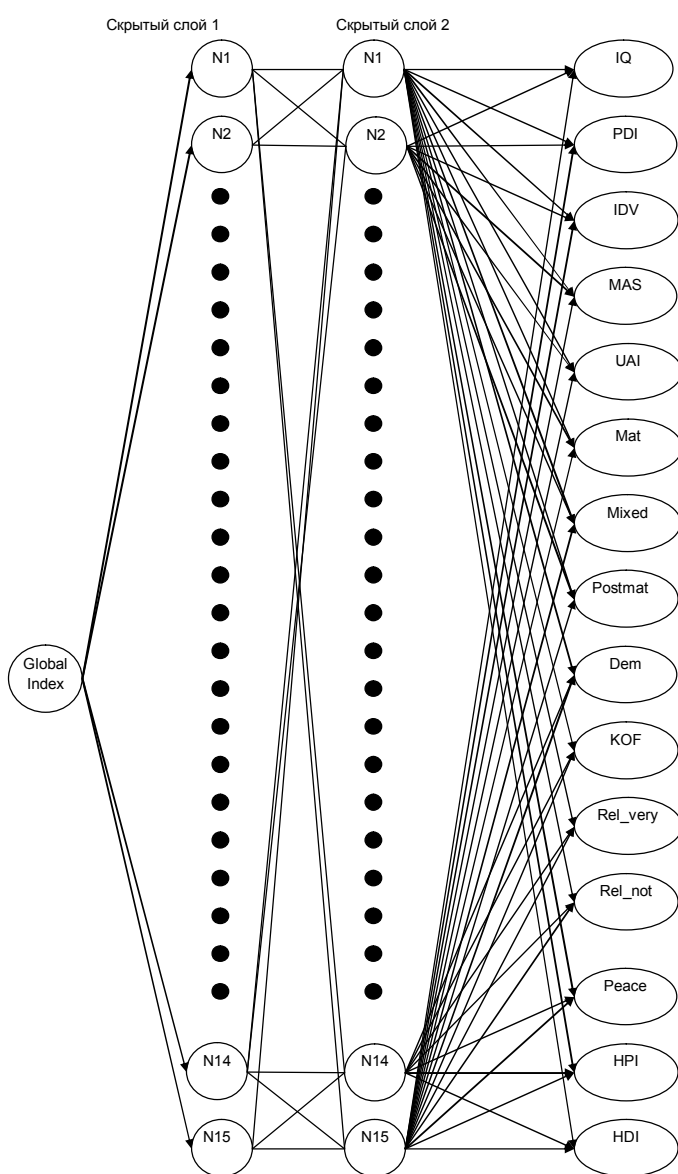


Рис.2

Упрощенная структура построенной нейронной сети класса Multilayer Perceptrons

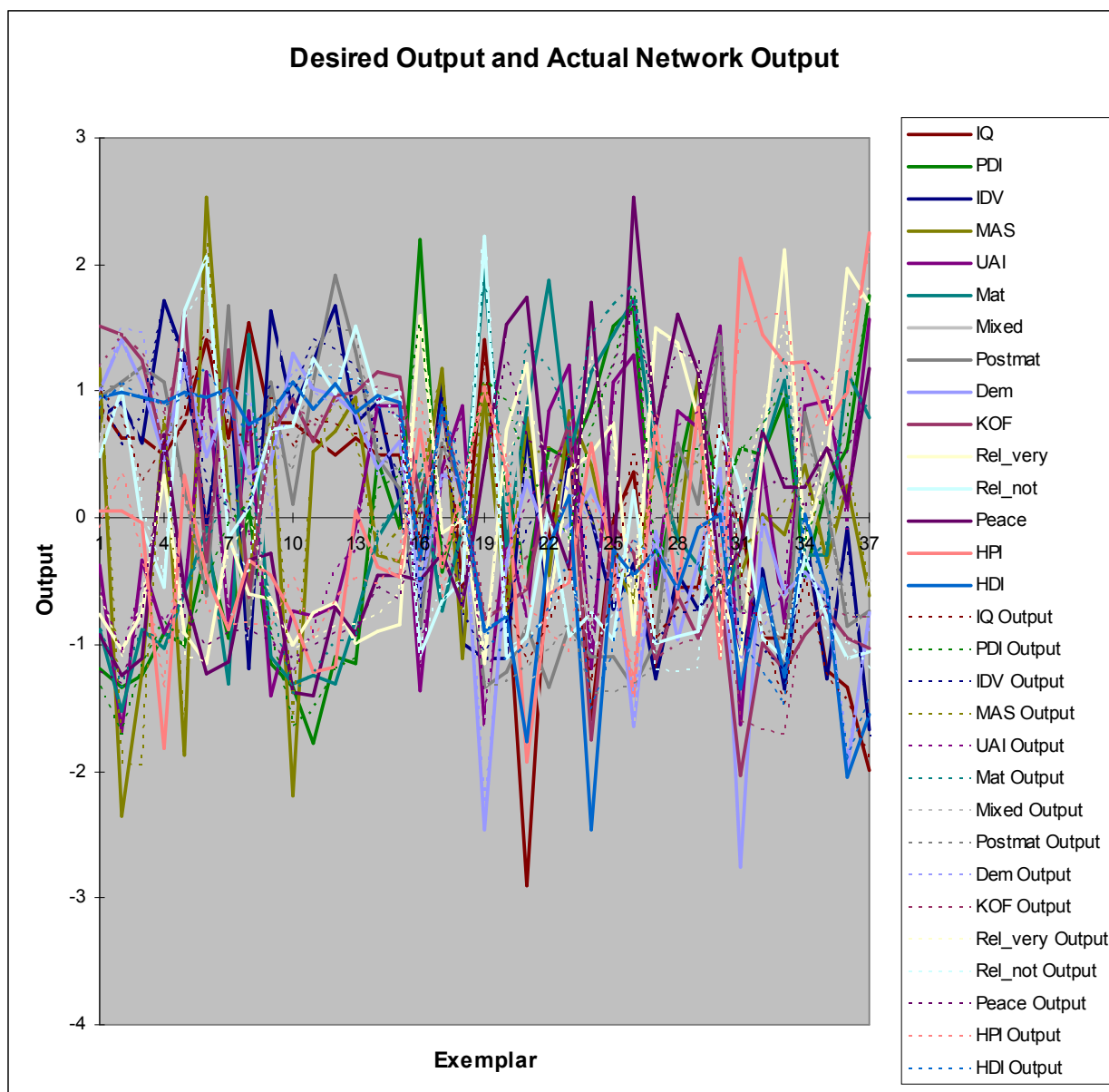


Обучение построенной нейронной сети осуществлялось по стандартному алгоритму Backpropagation (обратного распространения ошибки), количество эпох

обучения - 65 000. Результаты обучения построенной нейронной сети представлены на рис.3-4 и в таблице 1.

Рис.3

Результаты обучения нейронной сети по переменным

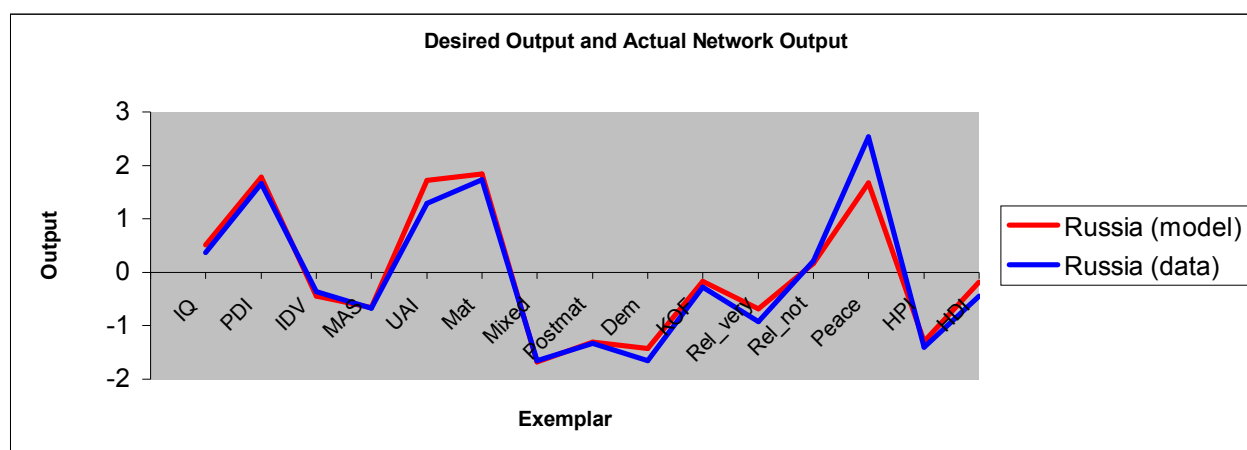


Результаты обучения нейронной сети по переменным

Переменная	Значение коэффициента корреляции Пирсона	NMSE (normalized mean-squared error)
IQ	0.887896628	0.213211408
PDI	0.937970936	0.12638037
IDV	0.895831332	0.201098362
MAS	0.93459501	0.134330941
UAI	0.900359636	0.193121797
Mat	0.930371743	0.145300012
Mixed	0.926929668	0.156629367
Postmat	0.931423693	0.138091675
Dem	0.922870588	0.153058401
KOF	0.919633369	0.158950914
Rel_very	0.91815334	0.165324192
Rel_not	0.966732126	0.075803308
Peace	0.868871111	0.247231085
HPI	0.899149783	0.198247792
HDI	0.941987873	0.118690063

Рис.4

Результаты обучения нейронной сети по России



Мера аппроксимации (приближения) данных к модели для России, представленной на рис. 4, составила $R^2 = 0.9557$.

В целом, построенная модель, на основе обученной нейронной сети, удовлетворяет теоретическим и вычислительным критериям [23], предъявляемым к вычислительным моделям в системной социологии [17].

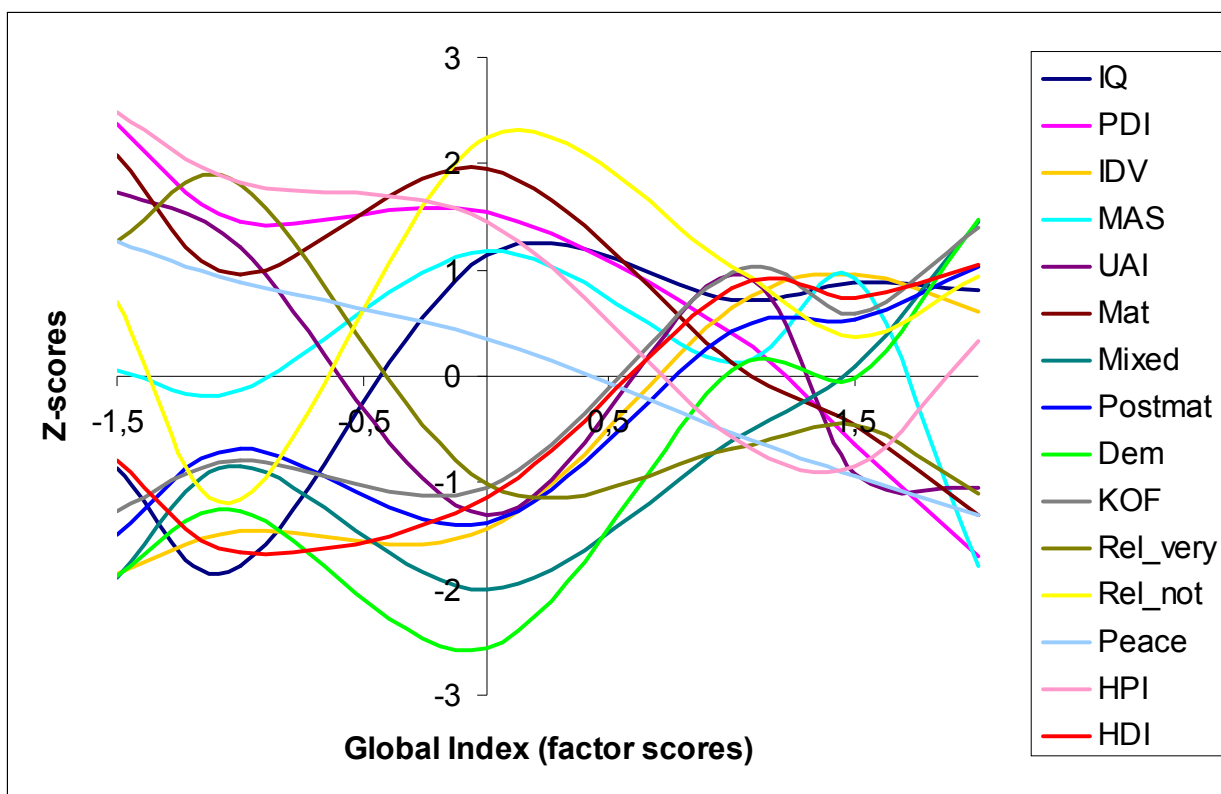
После обучения, на вход обученной нейронной сети подавались значения Global Index (factor scores) с «шагом» 0.5, а именно: 2; 1,5; 1; 0,00001; -1; -1,5, что соответствовало области определения значений Global Index (factor scores) по имеющимся наблюдениям. По данным значениям Global Index (factor scores) обученная нейронная сеть восстанавливала значения остальных переменных.

Полученные результаты

На рис. 5 представлены полученные результаты, восстановленные обученной нейронной сетью.

Рис.5

Влияние инновационного развития на некоторые переменные

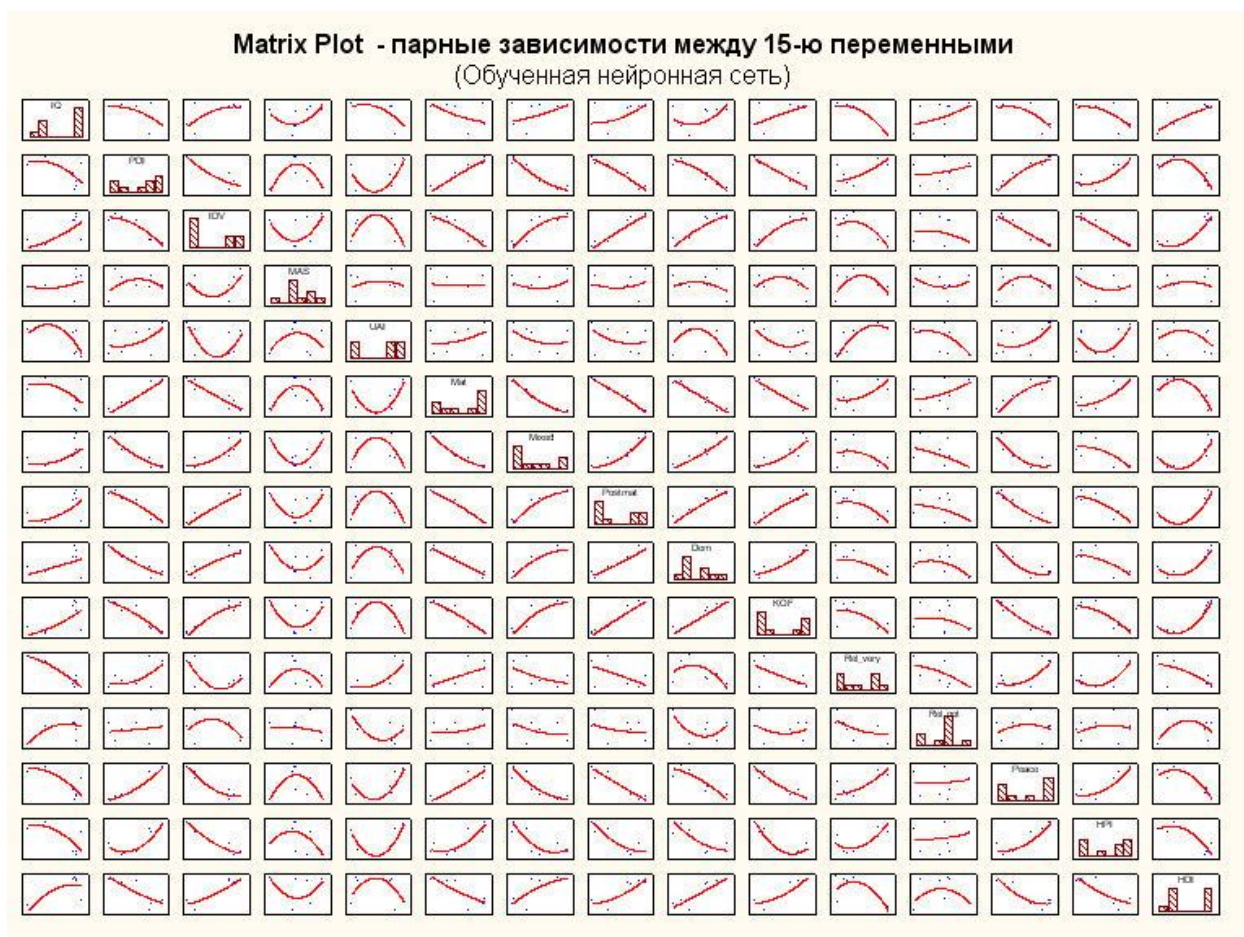


Примечание: для удобства визуального сравнительного анализа значения переменных стандартизировались с помощью Z-scores. Значения Global Index (factor scores) не масштабировались. Значение Global Index (factor scores) равное 2.0 соответствует очень высокому уровню инновационного развития страны мира, значение Global Index (factor scores) равное -1.5, соответствует очень низкому уровню инновационного развития. Расшифровка аббревиатур переменных дана в Приложении.

Из рис.5 следует, что при увеличении значения Global Index (factor scores), который характеризует уровень инновационного развития, нелинейно увеличиваются значения следующих переменных: HDI (Human Development Index) – развитие человека, IDV (Individualism) - ценность индивидуальных достижений, Postmat (Postmaterialist) - доля респондентов с постматериалистическими ценностями; Dem (Democracy Index) - уровень демократии, IQ - среднее значение коэффициента интеллектуальности населения и т.д. Соответственно, при уменьшении значения Global Index (factor scores), значения данных переменных нелинейно уменьшаются.

На рис. 6 представлены парные зависимости между значениями переменных, представленных на рис.5, вычисленные в пакете STATISTICA. В качестве аппроксимирующей функции использовалась полиномиальная функция.

Рис.6



Обсуждение полученных результатов

Результаты проведенного исследования хорошо согласуются с известными фактами теории сложных динамических нелинейных социальных систем [1-2,7], согласно которым влияние инновационного развития на общество описывается

множеством взаимосвязанных нелинейных функций, что может свидетельствовать об адекватности построенной модели.

Если допустить, что полученные результаты, представленные на рис.5, можно распространить на Россию, то тогда полученные результаты позволяют дать следующее возможное обратное объяснение значений переменных для России (см. Приложение). Значения переменных в России в 2009 году были такими потому, что значение Global Index (factor scores) для России в 2009 году было равно -0,32739.

Если опираться на один из возможных прогнозов [22], согласно которому инновационное развитие России будет снижаться с течением времени, что соответствует уменьшению значений Global Index (factor scores), то, исходя из полученных результатов, можно прогнозировать нелинейное увеличение/уменьшение значений переменных, представленных на рис.5.

Выводы

С помощью компьютерной имитационной модели на основе нейронной сети, получены новые результаты о возможном влиянии значений Global Index (factor scores) на значения некоторых переменных, характеризующих различные аспекты общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ahrweiler P. Innovation in Complex Social Systems. Routledge, 2010.
2. Lane D., Pumain D., Leeuw S., West G. Complexity Perspectives in Innovation and Social Change. N.Y.: Springer, 2009.
3. Edquist C., Hommen L. Small Country Innovation Systems: Globalization, Change and Policy in Asia and Europe. N.Y.: Edward Elgar Publishing, 2009.
4. O'Brien M., Shennan S. Innovation in Cultural Systems: Contributions from Evolutionary Anthropology. Cambridge.: The MIT Press, 2009.
5. Reports: Innovation and Innovation Policy in USA and Europe 2009. (<http://www.proinno-europe.eu/page/innovation-and-innovation-policy-usa>)
6. Давыдов А.А. Модернизация России, полезный опыт Китая и теория сложных систем. Официальный сайт РОС, 2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
7. Bertuglia C., Vaio F. Nonlinearity, Chaos and Complexity: The Dynamics of Natural and Social Systems. N.Y.: Oxford University Press, 2005.
8. Ogata K. System Dynamics. N.Y. : Prentice Hall, 2003.

9. Давыдов А.А. Зависимость между Global Innovation Index BCG, Innovation Capacity Index и Global Innovation Index INSEAD. Официальный сайт РОС,2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
10. Давыдов А.А. О зависимости между инновационным развитием и политическим режимом. Официальный сайт РОС,2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
11. Давыдов А.А. Глобализация и инновационное развитие: гипотеза для России. Официальный сайт РОС,2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
12. Давыдов А.А. Материалистические-постматериалистические ценности и инновационное развитие. Официальный сайт РОС,2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
13. Давыдов А.А. Размерности культуры и инновационное развитие. Официальный сайт РОС,2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
14. Давыдов А.А. Коэффициент интеллектуальности (IQ) и инновационное развитие. Официальный сайт РОС,2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
15. Давыдов А.А. О влиянии миролюбия/насилия на инновационное развитие стран мира. Официальный сайт РОС,2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
16. Давыдов А.А. О совместном влиянии некоторых переменных на инновационное развитие. Официальный сайт РОС,2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53)
17. 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>)
18. Happy Planet Index (HPI). (<http://www.happyplanetindex.org/>)
19. Human Development Index (HDI). (<http://hdr.undp.org/en/statistics/>)
20. Happy Planet Index (HPI). (http://en.wikipedia.org/wiki/Happy_Planet_Index)
21. NeuroSolutions. (<http://www.neurosolutions.com/>)
22. Давыдов А.А. Инновационный потенциал России: настоящее и будущее. Официальный сайт ИС РАН, 2010. (http://www.isras.ru/blog_modern_3.html)
23. Давыдов А.А. Системная социология: введение в анализ динамики социума. М.: ЛКИ, 2007.

ПРИЛОЖЕНИЕ. Переменные, используемые в анализе.

Country	GI	IQ	PDI	IDV	MAS	UAI	Mat	Mixed	Postmat	Dem	KOF	Rel_very	Rel_not	Peace	HPI	HDI
Switzerland	2,02841	101	34	68	70	58	0,16	0,62	0,22	9,15	90,55	0,172	0,228	1,39	48,1	0,96
Sweden	1,99761	99	31	71	5	29	0,07	0,7	0,23	9,88	89,75	0,094	0,303	1,27	48	0,963
Finland	1,85451	99	33	63	26	59	0,16	0,6	0,24	9,25	87,31	0,175	0,15	1,32	47,2	0,959
United States	1,77927	98	40	91	62	46	0,14	0,63	0,23	8,22	78,8	0,468	0,082	2,02	30,7	0,956
Netherlands	1,69118	100	38	80	14	53	0,2	0,64	0,16	9,53	91,9	0,131	0,389	1,53	50,6	0,964
Japan	1,58156	105	54	46	95	92	0,27	0,64	0,09	8,25	68,16	0,065	0,448	1,27	43,3	0,96
Canada	1,56023	99	39	80	52	48	0,1	0,62	0,28	9,07	88,24	0,336	0,137	1,31	39,4	0,966
South Korea	1,55551	106	60	18	39	85	0,48	0,45	0,07	8,01	64,73	0,213	0,17	1,63	44,4	0,937
United Kingdom	1,49283	100	35	89	66	35	0,13	0,64	0,23	8,15	80,18	0,204	0,257	1,65	43,3	0,947
Norway	1,44529	100	31	69	8	50	0,1	0,75	0,15	9,68	83,53	0,105	0,26	1,22	40,4	0,971
New Zealand	1,32146	99	22	79	58	49	0,11	0,66	0,23	9,19	79,56	0,173	0,336	1,2	36,2	0,95
Australia	1,1894	98	36	90	61	51	0,1	0,59	0,3	9,09	83,82	0,196	0,296	1,48	36,6	0,97
Germany	1,17058	99	35	67	66	65	0,17	0,58	0,25	8,82	84,16	0,11	0,372	1,39	48,1	0,947
France	1,01236	98	68	71	43	86	0,26	0,57	0,18	8,07	86,18	0,134	0,287	1,58	43,9	0,961
Spain	0,57823	98	57	51	42	86	0,3	0,54	0,16	8,45	85,71	0,148	0,298	1,58	43,2	0,955
Malaysia	0,56731	92	104	26	50	36	0,33	0,6	0,07	6,36	73,69	0,805	0,007	1,56	54	0,829
Italy	0,16706	102	50	76	70	75	0,18	0,63	0,19	7,98	82,26	0,344	0,068	1,65	44	0,951
Chile	0,12271	90	63	23	28	86	0,27	0,57	0,16	7,89	73,74	0,373	0,09	1,48	49,7	0,878
China	-0,01059	105	80	20	66	30	0,55	0,42	0,03	3,04	62,68	0,067	0,471	1,92	57,1	0,772
Thailand	-0,02529	91	64	20	34	64	0,25	0,71	0,04	6,81	64,13	0,563	0,004	2,35	50,9	0,783
South Africa	-0,07068	72	49	65	63	49	0,4	0,53	0,07	7,91	65,6	0,707	0,028	2,44	29,7	0,683
Bulgaria	-0,08597	93	70	30	40	85	0,54	0,42	0,03	7,02	75,41	0,186	0,169	1,78	42	0,84
Poland	-0,13285	99	68	60	64	93	0,35	0,58	0,07	7,3	81,26	0,477	0,028	1,6	42,8	0,88
India	-0,27511	82	77	48	56	40	0,44	0,51	0,05	7,8	51,26	0,514	0,055	2,42	53	0,612
Romania	-0,29653	94	90	30	42	90	0,48	0,48	0,05	7,06	71,51	0,58	0,024	1,59	43,9	0,837
Russia	-0,32739	97	93	39	36	95	0,52	0,45	0,03	4,48	68,91	0,128	0,19	2,75	34,5	0,817
Trinidad	-0,40328	85	47	16	58	55	0,34	0,6	0,06	7,21	58,63	0,782	0,02	2,04	54,2	0,837
Turkey	-0,44673	90	66	37	45	85	0,26	0,55	0,19	5,69	64,91	0,75	0,028	2,39	41,7	0,806
Mexico	-0,4529	90	81	30	69	82	0,23	0,62	0,15	6,78	60,92	0,59	0,034	2,21	55,6	0,854
Uruguay	-0,55311	96	61	36	38	100	0,17	0,56	0,26	8,08	65,62	0,228	0,262	1,56	37,2	0,865
Vietnam	-0,74634	94	70	20	40	30	0,25	0,67	0,08	2,53	47,78	0,072	0,196	1,66	66,5	0,725
Brazil	-0,75236	87	69	38	49	76	0,35	0,55	0,1	7,38	60,38	0,517	0,026	2,02	61	0,813
Indonesia	-0,76398	87	78	14	46	48	0,43	0,53	0,04	6,34	57,8	0,947	0,003	1,85	58,9	0,734
Argentina	-0,79025	93	49	46	56	86	0,24	0,55	0,21	6,63	61,18	0,317	0,116	1,85	59	0,866
Peru	-0,84042	85	64	16	42	87	0,24	0,61	0,15	6,31	63,37	0,497	0,048	1,97	54,4	0,806
Morocco	-0,91099	84	70	46	53	68	0,44	0,49	0,07	3,88	60,85	0,906	0,003	1,81	56,8	0,654
Guatemala	-1,02715	79	95	6	37	101	0,39	0,54	0,08	6,07	59,94	0,833	0,012	2,22	68,4	0,704

Примечание:

GI -Global Index (factor scores) - индекс инновационного развития стран мира

IQ - среднее значение коэффициента интеллектуальности населения

PDI (Power Distance Index) - готовность людей принимать неравномерность распределения власти в обществе (организациях)

IDV (Individualism) - ценность индивидуальных достижений

MAS (Masculinity) - ценность напористости и жесткости в достижении целей, сосредоточенности на материальном успехе

UAI (Uncertainty Avoidance Index) - ценность четких и ясных правил деятельности, уклонение от неопределенности

Mat (Materialist) - доля респондентов с материалистическими ценностями

Mixed - доля респондентов со смешанными ценностями

Postmat (Postmaterialist) - доля респондентов с постматериалистическими ценностями

Dem (Democracy Index) - уровень демократии

KOF (KOF Index of Globalization) - включенность страны в глобализацию

Rel_very (Religion very important) - доля респондентов, считающих, что религия очень важна в жизни

Rel_not (Religion not at all important) - доля респондентов, считающих, что религия совсем не важна в жизни

Peace (Global Peace Index) - миролюбие (отсутствие насилия)/насилие в стране мира

HPI (Happy Planet Index) - субъективная удовлетворенность жизнью, продолжительность жизни, экология

HDI (Human Development Index) - продолжительность жизни, ВВП (валовой внутренний продукт) на душу населения, образование