

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СТРАНЫ И ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ

Ключевые слова: инновационное развитие, предприниматели, системная социология

Введение

По данным опроса общественного мнения ВЦИОМ [1] одними из главных «драйверов» модернизации и инновационного развития России являются предприниматели. Вместе с тем, первый замглавы Администрации Президента РФ Владислав Сурков, курирующий процессы модернизации, выступая на конференции «Социальное измерение модернизации» (сентябрь 2010 года, Москва) отметил, что «даже в бизнесе мы не везде встречаем понимание» [цит. по 2]. Однако, к настоящему моменту времени проведено множество опросов российских предпринимателей о модернизации и инновациях в России, например [3], в которых российские бизнесмены заявляют о существующих проблемах для российского бизнес-сообщества. В качестве иллюстрации, ниже представлены некоторые из полученных результатов в сентябре 2010 года в ходе онлайн опроса 10195 российских предпринимателей, проведенного РБК [3].

По мнению 45,9% опрошенных российских предпринимателей, главной идеей модернизации России является создание высокотехнологичных и наукоемких производств и уже как следствие - усовершенствование всех сфер жизни общества (38,7% опрошенных). Соответственно, термин «инновация» у предпринимателей имеет технологический смысл и связывается, прежде всего, с внедрением современных технологий на производстве (55,0% опрошенных).

90% опрошенных предпринимателей считают, что без инноваций невозможно создать конкурентоспособную продукцию. 85% предпринимателей согласны, что инновационные предприятия более эффективны и характеризуются более высокой производительностью труда. Однако, 42% опрошенных считают, что сейчас главное для предприятий – выжить и обеспечить приемлемый уровень прибыли.

87% опрошенных считают, что в России между государством, бизнесом и наукой не существует кооперация, основанная на партнерских отношениях, что препятствует, по мнению опрошенных, успешной модернизации и реализации инноваций в России. При этом, российская наука, по мнению предпринимателей, имеет сильный потенциал и способна создавать интеллектуальные продукты для прорыва в технологиях и в теоретическом, и в прикладном плане (58,1% опрошенных). В целом, результаты опроса показывают, что готовность бизнеса финансировать науку является высокой, однако мешают административные барьеры.

По мнению 37,0% опрошенных предпринимателей, основная функция государства в инновационном развитии - управленческая, которая заключается, прежде всего, в максимальном устранении административных барьеров, другими функциями государства являются создание необходимой инновационной инфраструктуры (23,9% опрошенных) и инвестиции (11,6% опрошенных).

Только 10% опрошенных предпринимателей верят, что объявленную Президентом РФ программу модернизации экономики можно будет выполнить в ближайшие десять лет, а 68,7% опрошенных считают, что программа модернизации не будет реализована в России до 2020 года. Главными барьерами на пути модернизации являются, по мнению опрошенных, проблемы, связанные с коррупцией (23,3% опрошенных), сопротивлением чиновничества (15,9%) и отсутствием стимулов к внедрению инноваций (10,3%).

Имеющиеся в распоряжении автора результаты опросов общественного мнения россиян о модернизации в России [4], результаты опросов предпринимателей [3] и результаты объективных исследований на основе международной статистики [5] показывают следующее.

Во-первых, представители российского делового сообщества не связывают главную цель инновационной экономики с пониманием модернизации всех сфер жизнедеятельности общества, как это характерно для населения России в целом [4]. Предприниматели настроены более прагматично, считая, что целью модернизации в России является создание высокотехнологичных и наукоемких производств. В этой связи напомним, что именно, данная прагматическая цель модернизации была поставлена Президентом РФ Д.А.Медведевым [6].

Во-вторых, результаты опросов общественного мнения россиян о модернизации в России [5] и результаты опросов российских предпринимателей [3] объективно отражают существующие проблемы и состояние модернизации и

инновационного развития в России, которое следует из данных международной статистики [5].

Приведенные выше результаты опроса РБК [3] российских предпринимателей можно условно обобщить следующим образом. Существуют два глобальных фактора, условно назовем их «Инновационное развитие страны» и «Инновационная активность предпринимателей». Если исходить из теории системной динамики (SD) [7] - одной из теорий системной социологии [8], то тогда можно полагать, что между значениями факторов «Инновационное развитие страны» и «Инновационная активность предпринимателей» существуют прямые и обратные связи. Исходя из теорий системной социологии [8] и на основании ранее проведенных исследований автора [9] можно выдвинуть основную и конкурирующую гипотезы о классе математической функции между значениями факторов «Инновационное развитие страны» и «Инновационная активность предпринимателей».

Основная гипотеза. Зависимость между значениями «Инновационного развития страны» и «Инновационной активностью предпринимателей» описывается линейной математической функцией.

Конкурирующая гипотеза. Зависимость между значениями «Инновационного развития страны» и «Инновационной активностью предпринимателей» описывается нелинейной сигмоидной (*S*-образной) кривой.

В этой связи автор поставил следующую исследовательскую задачу:

Проверить выдвинутые основную и конкурирующую гипотезы.

Методология

Решение поставленной исследовательской задачи осуществлялось в рамках системной социологии [8], в частности, в рамках естественнонаучной методологической парадигмы [9] системной социологии. Напомним, что системная социология относится к точным наукам, поэтому в результатах исследования требуется максимальная точность.

Методика

Для проверки выдвинутых основной и конкурирующей гипотез, использовались эмпирические данные по значению Innovation Index INSEAD (индекс инновационного развития страны) [10] за 2009-2010 гг. по 132 странам мира. В качестве переменной, отождествляющей инновационную активность

предпринимателей, выступало значение субиндекса «Innovation Environment in Firms» (инновационная среда в компаниях) из Innovation Index INSEAD. Напомним, что в субиндекс «Innovation Environment in Firms» входят следующие переменные: Company spending on R&D, Public R&D Expenditure as % of GDP, FDI and technology transfer. В данном исследовании также использовалась отдельно переменная «Company spending on R&D» (расходы компаний на исследования и разработки) из субиндекса «Innovation Environment in Firms». Это было сделано для того, чтобы проанализировать имеющиеся эмпирические данные на различных уровнях общности.

В этой связи напомним, что по значению Innovation Index INSEAD [10], Россия в 2009-2010 гг. занимала 64 место среди 132 стран мира, по значению субиндекса «Innovation Environment in Firms» Россия занимала 77 место среди 132 стран мира, а по значению переменной «Company spending on R&D», Россия в 2009-2010 гг. занимала 46 место среди 132 стран мира.

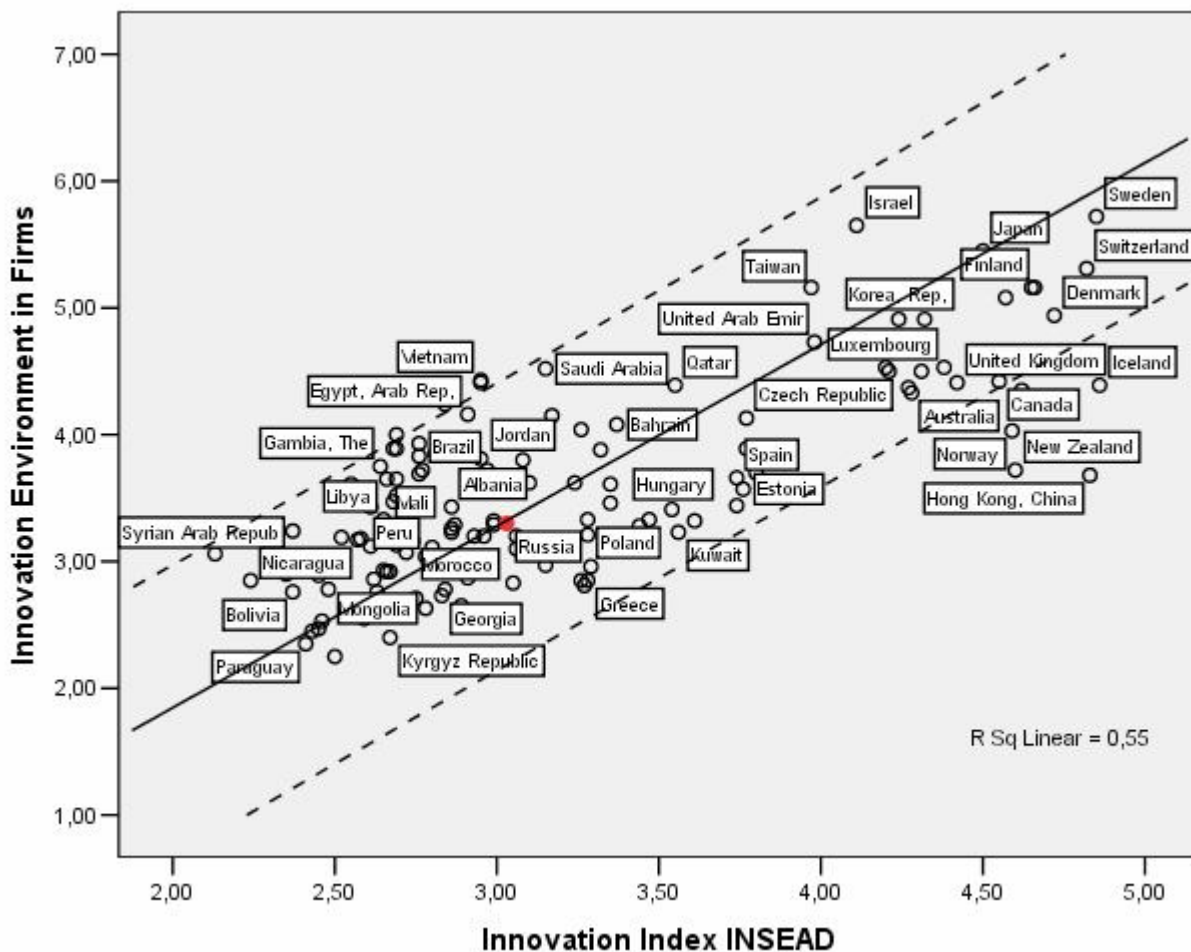
Анализ данных осуществлялся с помощью пакетов SPSS, TableCurve 2D [11], в котором содержится 3667 встроенных функций вида $y = f(x)$ для автоматической аппроксимации (приближения) эмпирических зависимостей, поскольку сигмоидная (S - образная) кривая может быть описана с помощью различных конкретных математических функций, например, логистической функции, функции Вейбулла, Гомпертца, Hill function, Chapman function, Error function и т.д. Для вычислительного эксперимента использовался пакет NeuroSolutions [12], предназначенный для анализа, моделирования и прогнозирования данных с помощью «нейронных» сетей.

Полученные результаты

На рис. 1 - 8 и в таблицах 1-2 представлены полученные результаты.

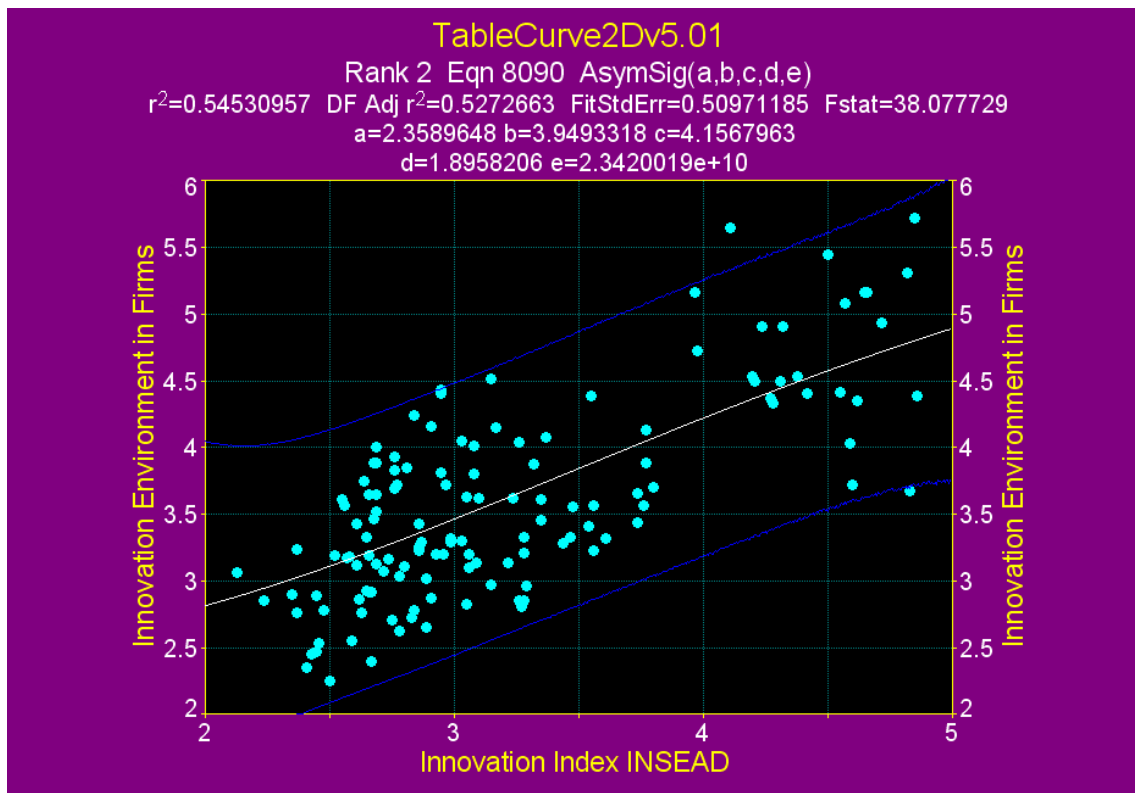
Рис.1

Линейная зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и субиндекса «Innovation Environment in Firms»



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

Сигмоидная зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и субиндекса «Innovation Environment in Firms»

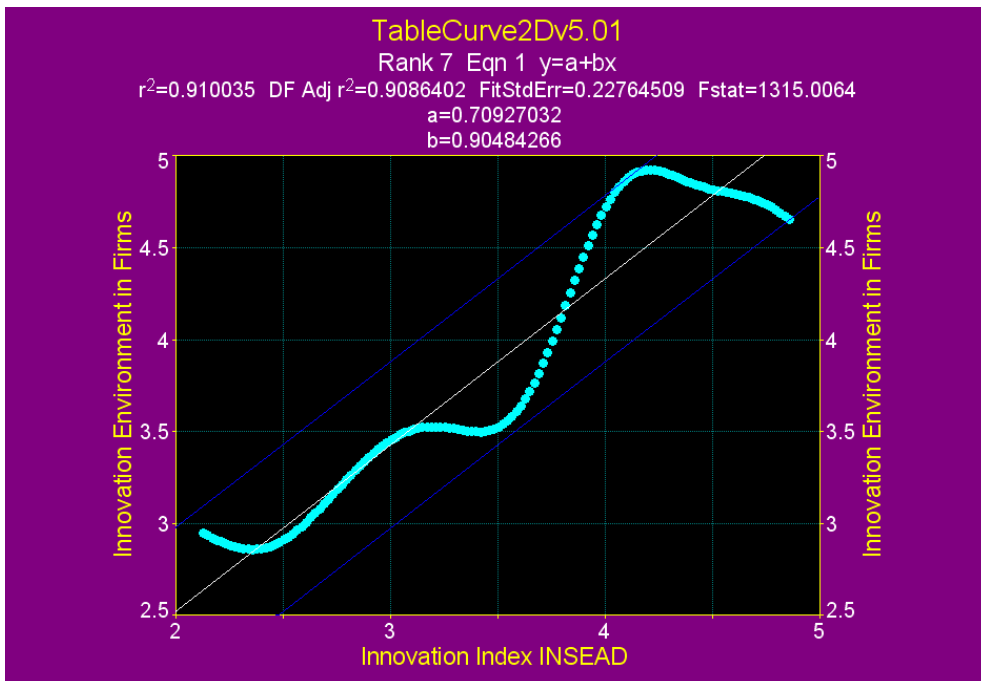


Примечание: линии синего цвета - 95% доверительный интервал

Сравнение результатов, представленных на рис 1 -2 свидетельствует, что линейная и сигмоидная функции практически одинаково (мера аппроксимации линейной функции равна $R^2 = 0.55$, а мера аппроксимации сигмоидной функции равна $R^2 = 0.545$) аппроксимирует исходные эмпирические данные.

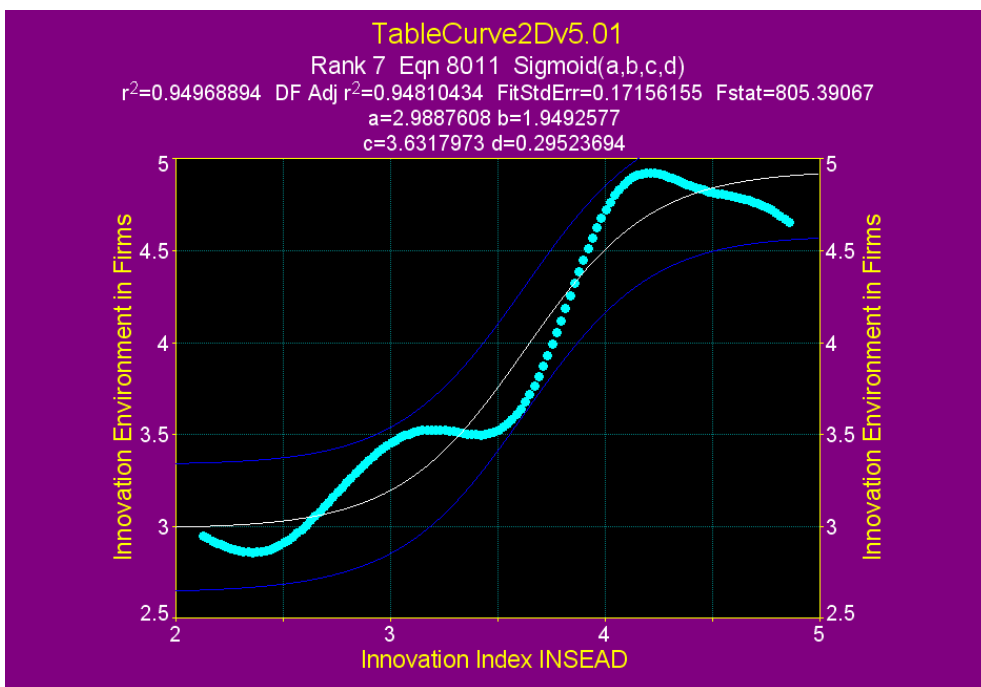
Для уточнения полученных результатов, представленных на рис.1-2, была использована стандартная процедура «сглаживания» с помощью алгоритма Kaiser-Bessel Lowpass Filtering (величина «сглаживания» - 41.2%), реализованного в пакете TableCurve 2D [11]. Напомним [9], что математическая процедура «сглаживания», для данного случая, содержательно обозначает следующее – элиминацию («удаление») национальной специфики стран мира и выделение только основной тенденции, характерной для социума (множества стран мира) в целом. На рис. 3-4 представлена «сглаженная» зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и Innovation Environment in Firms.

Линейная «сглаженная» зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и субиндекса «Innovation Environment in Firms»



Примечание: линии синего цвета - 95% доверительный интервал

Сигмоидная «сглаженная» зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и субиндекса «Innovation Environment in Firms»



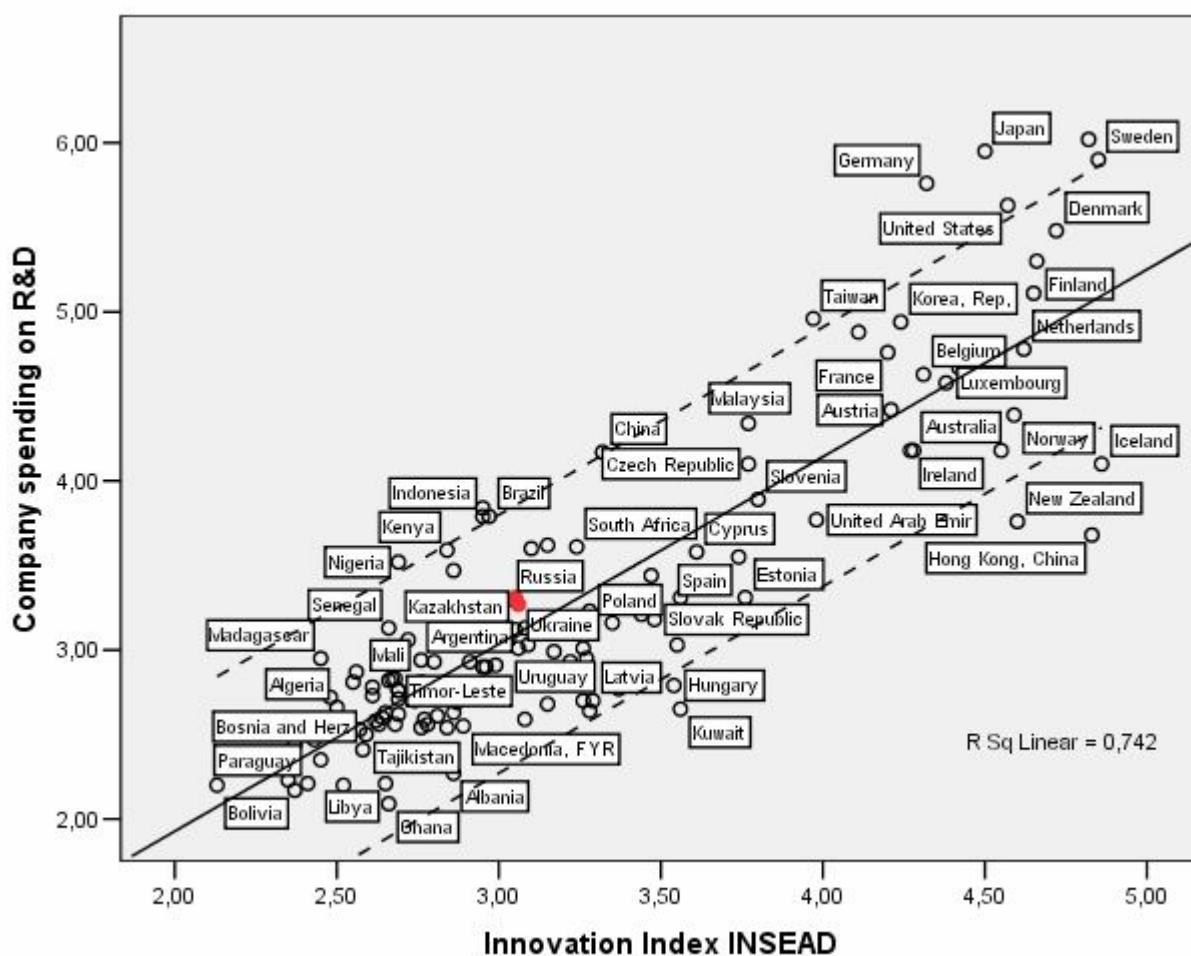
Примечание: линии синего цвета - 95% доверительный интервал

Из рис. 3-4 следует, что мера аппроксимации «сглаженной» зависимости между значениями Innovation Index INSEAD и «Innovation Environment in Firms» несколько выше у сигмоидной функции (мера аппроксимации сигмоидной функции равна $R^2 = 0.95$, а мера аппроксимации линейной функции равна $R^2 = 0.91$). Однако в целом, полученные результаты не позволяют статистически надежно сделать выбор между основной и конкурирующей гипотезами.

Для уточнения полученных результатов, на рис. 5-7 представлена зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и переменной «Company spending on R&D» (расходы компаний на исследования и разработки) из субиндекса «Innovation Environment in Firms», входящего в Innovation Index INSEAD [10]. На рис. 5 представлена линейная зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и переменной «Company spending on R&D».

Рис.5

Линейная зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и переменной «Company spending on R&D»

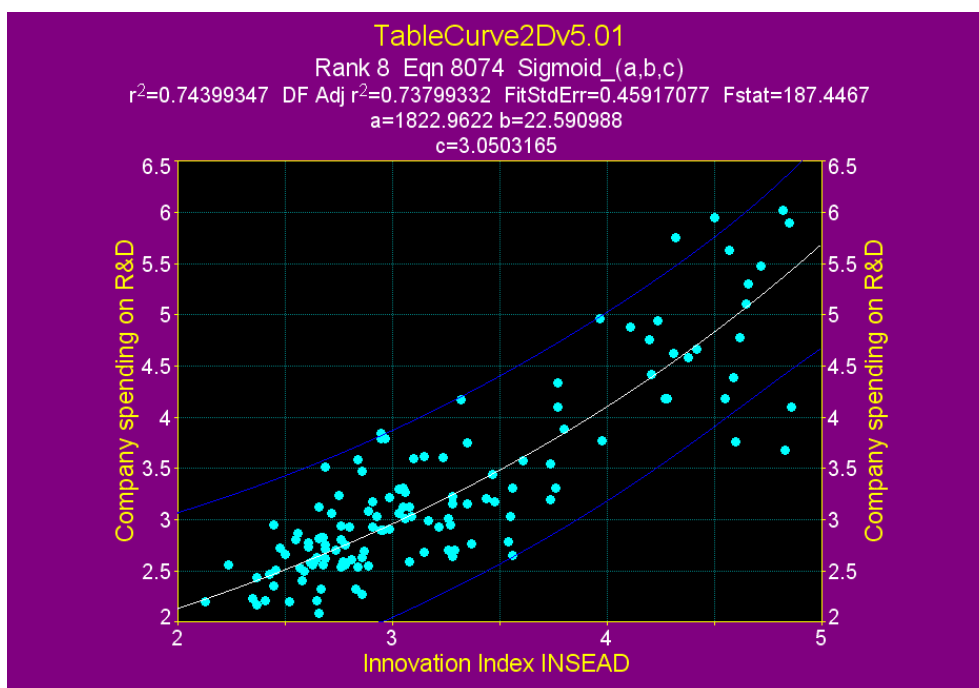


Примечание: линия на графике – линейная регрессия, пунктирные линии - 95% доверительный интервал.

Для сравнения, на рис.6 представлена сигмоидная зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и переменной «Company spending on R&D», аппроксимированная с помощью сигмоидной функции из пакета TableCurve 2D [11].

Рис.6

Сигмоидная зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и переменной «Company spending on R&D»

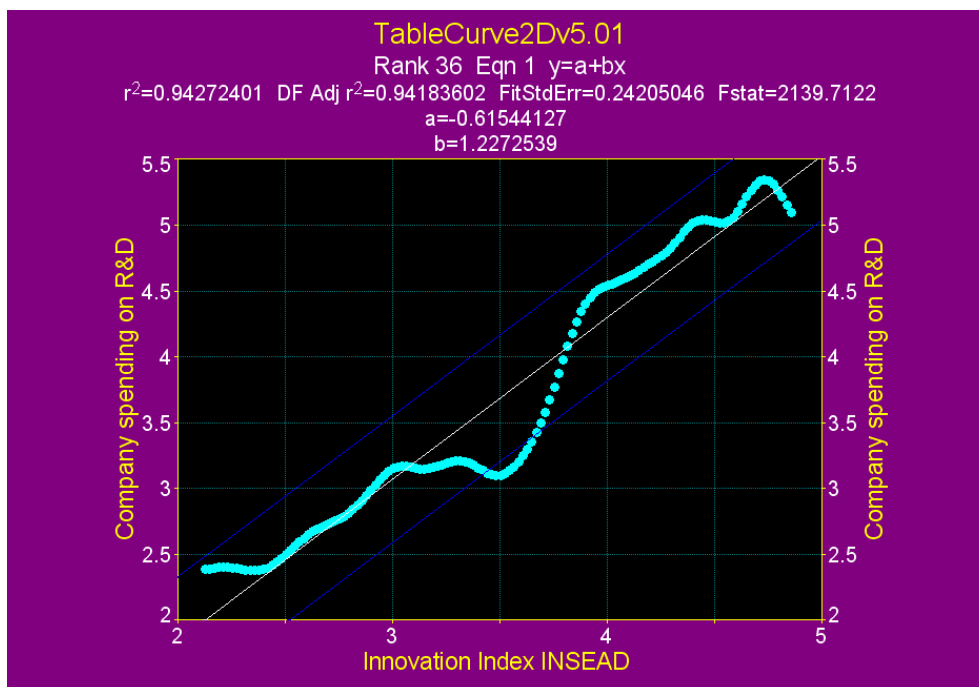


Примечание: линии синего цвета - 95% доверительный интервал

Сравнение результатов, представленных на рис 5-6 свидетельствует, что линейная и сигмоидная функции практически одинаково точно аппроксимируют исходные данные (мера аппроксимации линейной функции равна $R^2 = 0.742$, а мера аппроксимации сигмоидной функции равна $R^2 = 0.744$).

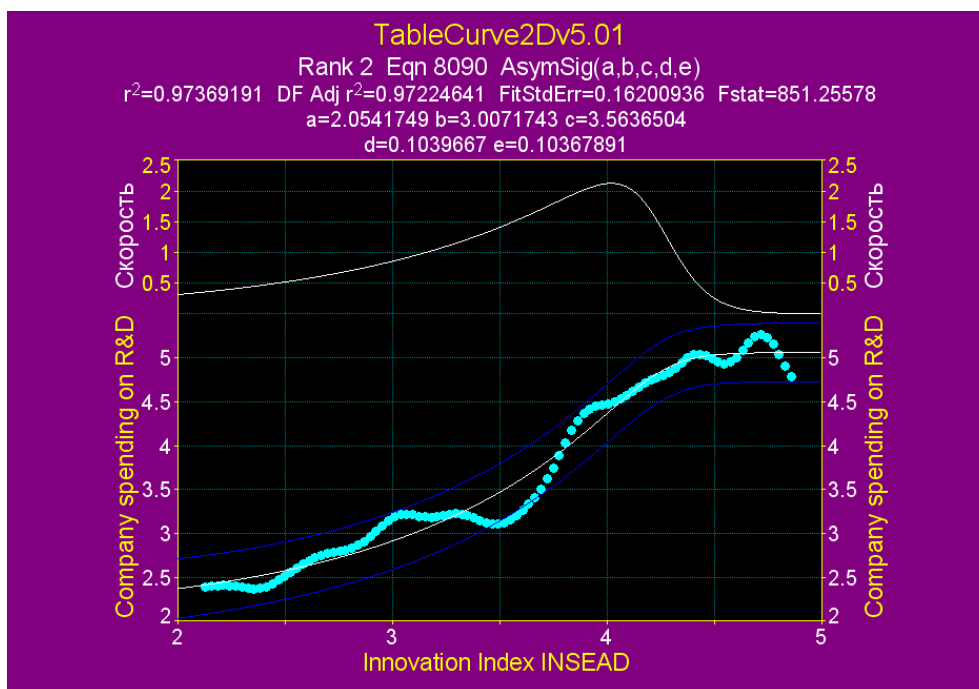
Для уточнения полученных результатов, представленных на рис.5-6, была использована процедура «сглаживания» с помощью алгоритма Savitzky-Golay Smoothing (величина «сглаживания» - 19.9%), реализованного в пакете TableCurve 2D [11]. На рис. 7-8 представлена «сглаженная» зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и переменной «Company spending on R&D», аппроксимированная с помощью линейной и сигмоидной функций.

Линейная «сглаженная» зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и переменной «Company spending on R&D»



Примечание: линии синего цвета - 95% доверительный интервал.

Сигмоидная «сглаженная» зависимость между значениями Innovation Index INSEAD и переменной «Company spending on R&D»



Примечание: линии синего цвета - 95% доверительный интервал. Скорость – первая производная асимметричной сигмоидной функции.

Из рис. 7-8 следует, что сигмоидная функция точнее аппроксимирует исходные данные (мера аппроксимации сигмоидной функции равна $R^2 = 0.974$, а мера аппроксимации линейной функции равна $R^2 = 0.943$).

Для дополнительного подтверждения или опровержения основной и конкурирующей гипотез, был использован вычислительный эксперимент с «нейронной» сетью из пакета NeuroSolutions [12]. В вычислительном эксперименте была использована «нейронная» сеть класса Multilayer perceptrons (MLPs) с одним скрытым слоем, содержащим 4 «нейрона». «Входной» слой «нейронов» - значения Innovation Index INSEAD, «выходной» слой нейронов – значения субиндекса «Innovation Environment in Firms» и переменной «Company spending on R&D». Использовался алгоритм обучения «нейронной» сети - backpropagation (обратное распространение ошибки), количество эпох (повторений обучения) - 3000. Вычислительный эксперимент состоял в том, чтобы сначала построить «нейронную» сеть на основе LinearAxon (линейных аксонов) (см. рис.9), что имитировало линейную зависимость между значениями Innovation Index INSEAD, субиндекса «Innovation Environment in Firms» и переменной «Company spending on R&D», а затем на основе SigmoidAxon (сигмоидных аксонов), что имитировало сигмоидную зависимость между значениями Innovation Index INSEAD, субиндекса «Innovation Environment in Firms» и переменной «Company spending on R&D», построить другую сеть и сравнить полученные результаты обучения.

Рис.9

Multilayer perceptrons (MLPs) с LinearAxon (линейными аксонами)

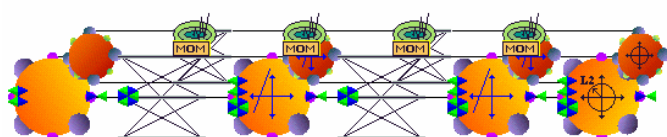


Таблица 1

Результаты обучения «нейронной» сети с LinearAxon (линейными аксонами)

<i>Performance</i>	<i>Innovation Environment in Firms</i>	<i>Company spending on R&D</i>
MSE	0,247112715	0,209550499
NMSE	0,449502027	0,260360742
MAE	0,412130545	0,347621566
Min Abs Error	0,00482763	0,005722549
Max Abs Error	1,352200643	1,382409556
r	0,741955506	0,861374047

Multilayer perceptrons (MLPs) с SigmoidAxon (сигмоидными аксонами)

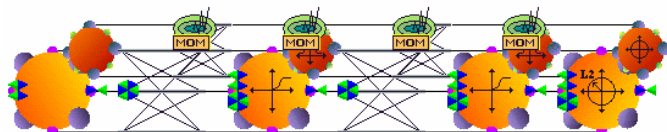


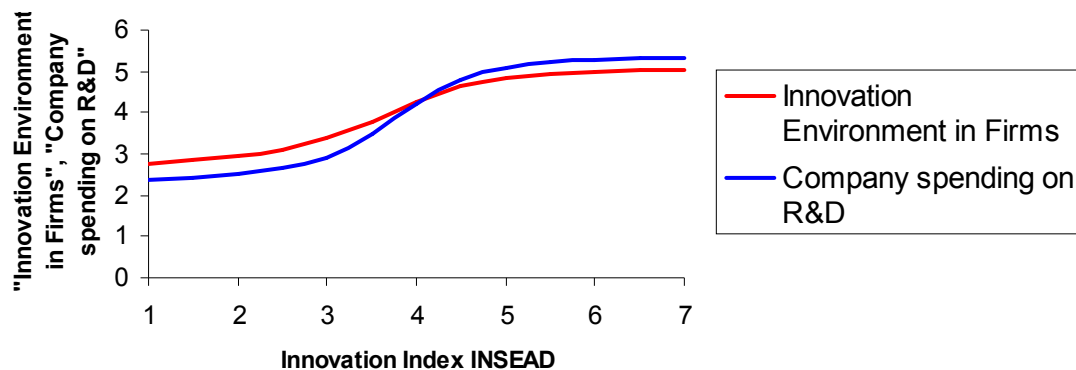
Таблица 2

Результаты обучения «нейронной» сети с SigmoidAxon (сигмоидными аксонами)

<i>Performance</i>	<i>Innovation Environment in Firms</i>	<i>Company spending on R&D</i>
MSE	0,246184988	0,202460378
NMSE	0,447814476	0,251551461
MAE	0,408893295	0,340444302
Min Abs Error	0,00548218	1,13671E-05
Max Abs Error	1,298569385	1,320683129
r	0,74320478	0,866652546

Из таблиц 1-2 следует, что «нейронная» сеть с SigmoidAxon (сигмоидными аксонами) немного точнее восстановила значения субиндекса «Innovation Environment in Firms» и переменной «Company spending on R&D», по сравнению с LinearAxon (линейными аксонами). Поэтому дальнейший вычислительный эксперимент восстановления значений субиндекса «Innovation Environment in Firms» и переменной «Company spending on R&D» осуществлялся с помощью обученной «нейронной» сети с SigmoidAxon (сигмоидными аксонами). Обученной «нейронной» сети MLPs с SigmoidAxon, на «вход» подавались значения Innovation Index INSEAD, в интервале 1-7, с «шагом» 1, а «нейронная» сеть восстанавливала (прогнозировала) значения субиндекса «Innovation Environment in Firms» и переменной «Company spending on R&D». На рис. 11 представлена восстановленная обученной «нейронной» сетью зависимость между значениями Innovation Index INSEAD, субиндекса «Innovation Environment in Firms» и переменной «Company spending on R&D».

Восстановленная "нейронной" сетью зависимость между значениями Innovation Index INSEAD, субиндексом "Innovation Environment in Firms" и переменной "Company spending on R&D"



В целом, полученные результаты, представленные на рис.3-4,7-8 и в таблицах 1-2, свидетельствуют в пользу конкурирующей гипотезы, согласно которой зависимость между значениями «Инновационного развития страны» и «Инновационной активностью предпринимателей» может описываться сигмоидной кривой.

Обсуждение полученных результатов

Сигмоидная кривая является известным общесистемным законом [9]. Исходя из теории системной динамики (SD) [7], сигмоидная кривая объясняется наличием отрицательной обратной связи между двумя переменными и в теории SD называется системным «архетипом» «Limits to growth» (пределы роста), который описывает ситуацию, когда в процессе развития скорость уменьшается (см. рис.8), поскольку организационные, институциональные, финансовые и другие ресурсы для инновационного развития уже использованы и исчерпаны. Данный системный «архетип» реализован во множестве широко известных пакетов для компьютерного моделирования систем, например, Anylogic, NetLogo, STELLA, Vensim, Powersim, MatLab и т.д.

Сигмоидная функция, представленная на рис.8, согласуется с ранее полученными результатами автора [13] о динамике и скорости инновационного развития стран Европейского сообщества (ЕС), которое измерялось с помощью Summary Innovation Index (SII).

Выводы

В ходе проведенного исследования были получены результаты в пользу справедливости конкурирующей гипотезы, согласно которой зависимость между значениями «Инновационного развития страны» и «Инновационной активностью предпринимателей» может описываться сигмоидной кривой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Модернизация России, ее друзья и враги//Пресс-выпуск ВЦИОМ, 2009, №1382. (<http://old.wciom.ru/arkhiv/tematicheskii-arkhiv/item/single/12864.html>)
2. Закатова А. Мотивация к модернизации//Российская газета, Федеральный выпуск №5301 (222) от 1 октября 2010 г. (<http://www.rg.ru/2010/10/01/surkov.html>)
3. Коррупция пересилит модернизацию//РБК daily, от 1 октября 2010 года. (<http://www.rbcdaily.ru/2010/10/01/focus/515069>)
4. 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)
5. 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)
6. Давыдов А.А. Решения Президента РФ Д.Медведева о модернизации и инновационном развитии России: теория принятия решений. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5)
7. System Dynamics (SD). (http://en.wikipedia.org/wiki/System_dynamics)
8. 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>)
9. Давыдов А.А. Системная социология: введение в анализ динамики социума. М.: ЛКИ, 2007.
10. Innovation Index INSEAD. (<http://www.globalinnovationindex.org/gii/main/home.cfm>)

11. TableCurve 2D (v5.01). (<http://www.systat.com/products/tablecurve2d/>)
12. Neurosolutions (v5). (<http://www.Neurosolutions.com>)
13. Давыдов А.А. Распределение скоростей инновационного развития стран мира. Официальный сайт Российского общества социологов (РОС), 2010. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#5)