

© А.А.Давыдов, 2010 г.

**А.А.Давыдов**

## **ЗАПАЗДЫВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕРНИЗАЦИЙ РОССИИ: КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Ключевые слова:** модернизации России, научно-технологическое запаздывание, концептуальное моделирование, системная социология

### ***Введение***

Исторические данные [1-14] свидетельствуют, что Россия постоянно запаздывала с научно-технологическими модернизациями, относительно начала длинных волн базовых научно-технологических инноваций в социуме [15]. Б.Н. Миронов [2-4] приводит множество конкретных данных о технологическом запаздывании России. Например, в начале российской государственности лаг (запаздывание) составлял 300–400 лет. А через тысячу лет, к 1914 году, средний лаг между Россией и четырьмя великими державами – Великобританией, США, Францией и Германией – составил уже 96 лет. За советский период средний разрыв между Россией и великими державами сократился еще больше – до 38 лет. За XX век (с 1913 г. до 1990 г.), за советское время, Россия сократила лаг со 130 до 30 лет. В работе автора [12] было эмпирически установлено, что в 1985-1989 гг. Россия (РСФСР) технологически отставала от развитых стран мира примерно на 25 лет. По данным Г.Малинецкого [13] в настоящий момент времени Россия технологически отстает от развитых стран мира примерно на 20 лет.

Для объяснения запаздывания научно-технологических модернизаций России, историками, философами, социологами, экономистами, политологами, культурологами и т.д., например [1-14], было собрано множество фактов, измерено множество переменных, выдвинуто множество гипотез, которые можно сгруппировать в следующие группы: Люди, Окружающая Природная среда, Социальная среда России, Социум, Прошое, Настоящее, Ожидаемое будущее.

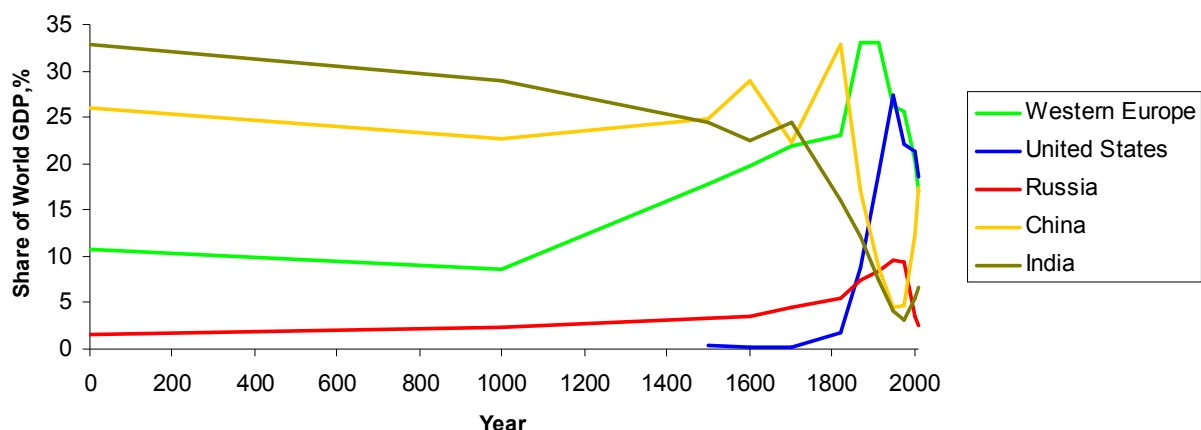
Ниже представлены некоторые переменные, которые входят в выделенные группы.

*Люди.* Генетические и психологические особенности российской популяции - недостаточно генетически выражена потребность в новизне, потребности сохранения доминируют над потребностями развития, ригидность мышления, недостаточный уровень интеллекта и творческого потенциала населения, страх перед научно-техническим прогрессом, особенно, из-за опасности технологических катастроф, например, произошедшей катастрофе в Чернобыле и т.д. Социально-культурные установки элит и населения – вера, идеология, мнение политического лидера страны, важнее науки и технологий. Так, например, А.Янов [11] приводит следующие исторические примеры. В Московии официально были объявлены «богомерзостными» геометрия и астрономия, вследствие чего земля считалась четырехугольной. На практике четырехугольная земля - во времена Ньютона, после Коперника, Кеплера и Галилея – означала не только «духовное оцепенение», как описывал умственную жизнь Московии главный идеолог классического славянофильства Иван Киреевский, но и тотальное отставание от культурного мира. В николаевские времена под запрет попала философия. Ибо, как авторитетно объяснил министр народного просвещения князь Ширинский-Шихматов, «польза философии не доказана, а вред от неё возможен». И потому, «впредь все науки должны быть основаны не на умствованиях, а на религиозных истинах, связанных с богословием». В сталинские времена роль «богомерзостной» геометрии играла генетика.

*Окружающая природная среда.* Значительные природные ресурсы, которые снижают роль научно-технического прогресса для выживания России, суровый климат, большая и географически разнородная территория и т.д.

*Социум.* Россия большую часть своего исторического времени находилась в «Полупериферии» социума [6] и зарубежные государства препятствовали научно-технологическому развитию России. Известно, что стартовые условия в социуме влияют на скорость реакции страны на модернизацию. Кроме того, Россия периодически «выпадала» из Европы [11], что препятствовало заимствованию и адаптации научно-технологических инноваций. В качестве иллюстрации экономического отставания России, на рис. 1 представлена динамика доли GDP России в мировом GDP по данным А. Madisson [17] за период 0 – 2008 гг.

## Динамика доли GDP России в мировом GDP



[Цит. по 16]

В таблице 1 представлены данные С.Хантингтона [18] о динамике доли населения под политическим контролем локальных цивилизаций.

Таблица 1

Доля населения социума под политическим контролем локальных цивилизаций, %

Локальные цивилизации	1900	1920	1971	1995
Западная	44.3	48.1	14.4	13.1
Китайская	19.3	17.3	22.8	24
<b>Православная</b>	<b>8.5</b>	<b>13.9</b>	<b>10.0</b>	<b>6.1</b>
Исламская	4.2	2.4	13.0	15.9
Японская	3.5	4.1	2.8	2.2
Латиноамериканская	3.2	4.6	8.4	9.3
Индийская	1.3	0.3	15.2	16.4
Африканская	0.4	0.7	5.6	9.5
Прочие	16.3	8.6	5.5	3.5

[Цит. по 17, с. 85]

*Прошлое.* Россия с опозданием переживает все те же процессы и проходит те же стадии, что и западноевропейские страны, потому, что как цивилизация «родилась» позже, чем Европа. Прошлые исторические события (татаро-

монгольское иго, разрушительные войны в истории России, революции и т.д.) сдерживали модернизационное развитие России из-за отсутствия ресурсов.

*Будущее.* Органы государственного управления (правящая элита) воспринимает научно-технологическое отставание России, как проблему, только тогда, когда это угрожает будущей национальной безопасности страны. Пример - разработка ядерного оружия в СССР и, соответственно, развитие атомной промышленности и космической промышленности, для доставки атомных и водородных бомб.

*Социальная среда России.* Институциональное и организационное устройство России [18]. В частности, постулаты господствующей православной религии не способствуют научно-техническому прогрессу России. Например, исторические данные [7] свидетельствуют, что научно-технологическая модернизация России при Петре I осуществлялась при подчиненной и незначительной роли Церкви, а научно-технологическое развитие СССР, показавшее наибольшие научные и технические достижения в истории России, осуществлялось при практически полном атеизме населения. Отсутствие национального консенсуса по поводу долгосрочных целей развития России, государство превыше индивида, чиновники и коррупция сдерживают творческий потенциал активных инноваторов, творческие индивиды не пользуются общественным престижем, коллективизм важнее индивидуализма, неэффективность работы органов власти, в частности, прогнозирования научно-технологического развития социума и страны и т.д.

Эмпирические исследования автора [18] свидетельствуют, что между вышеперечисленными переменными, а именно, инновационным развитием, IQ (коэффициент интеллектуальности населения), политическим режимом, культурой, экономикой, образованием, наукой, ценностями, глобализацией, религией и т.д. наблюдаются прямые и обратные взаимодействия, в результате чего данные переменные образуют сложную систему. При этом, переменные связаны сильной или слабой линейной или нелинейной связью, функционирование осуществляется с запаздываниями, пороговым срабатыванием и другими системными свойствами динамики. Поэтому, для целостного описания и объяснения данной системы, не адекватно выделять только некоторые переменные из множества взаимодействующих переменных и использовать несистемные простые теоретические модели. Методическая проблема также состоит в том, что многие вышеперечисленные переменные точно не измерены, существуют методические

проблемы с точной датировкой календарных дат начала модернизаций в социуме и России [15], что затрудняет научно обоснованное объяснение запаздывания научно-технологических модернизаций России. В этой связи автор поставил следующую исследовательскую задачу:

*Реализовать концептуальное моделирование запаздывания научно-технологических модернизаций России.*

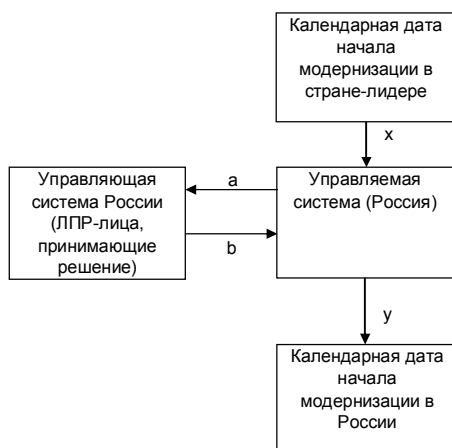
### **Методология**

Решение поставленной исследовательской задачи осуществлялось в рамках системной социологии [19] на основе компьютерной методологической парадигмы [20], в рамках одного из классических направлений системной социологии – социкибернетики [21-22]. В частности, использовалась теория концептуального моделирования [23], компьютерная теория социальных систем [24], теория сложных адаптивных систем [цит. по 25], теория нейрокмпьютинга (теория «нейронных» сетей и компьютерная парадигма Neuro-Based Modeling) [26-27], теория систем автоматического управления (САУ) с запаздыванием [28].

Напомним, что в системной социологии [20,23], концептуальной моделью называется содержательная теоретико-гипотетическая модель социальной системы, реализованная в какой-либо компьютерной имитационной системе, а концептуальное моделирование – это разработка и теоретическая проверка концептуальной модели с помощью имитационного моделирования, которое выступает в качестве теоретического эксперимента.

Исходя из принятой методологии, запаздывание научно-технологических модернизаций России можно представить в виде следующей упрощенной социкибернетической системы (см. рис. 2).

## Социокибернетическая система запаздывания научно-технологических модернизаций России



Примечание: управляющая и управляемые системы России содержат множество взаимосвязанных переменных.

Время запаздывания модернизации России (1)

$$lag(t) = t_0 - t_1, \quad (1)$$

где  $lag(t)$  - время запаздывания

$t_0$  - календарная дата начала научно-технологической модернизации России

$t_1$  - календарная дата начала научно-технологической модернизации страны-лидера в социуме

Функция линии задержки (запаздывания) (2)

$$lag(t) = \sum_{i=1}^n t_i, \quad (2)$$

где  $lag(t)$  - время запаздывания

$n$  - количество передаточных звеньев

$t_i$  - затраты времени на каждом передаточном звене

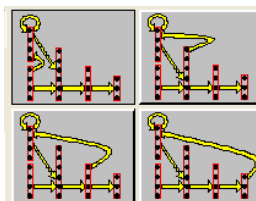
В функции линии задержки (2) передаточные звенья  $n$  - обнаружение начала модернизации в стране - лидере, осознание проблемы запаздывания, оценка ресурсов для модернизации и последствий запаздывания, принятие решения о начале модернизации в России, реализация правовых,

организационных, экономических, политических, социальных и т.д. мероприятий. Например, в теории модернизации [цит. по 10] обычно различают такие стадии, как осознание цели, консолидация модернизаторски настроенной элиты, период трансформации и, наконец, интеграция общества на новой основе. Иногда это разграничение проще: период ограниченной модернизации и затем ее распространение на все общество. В целом, исходя из теории принятия решений [14], одной из частных теорий системной социологии,  $n$  обозначает стадии процесса принятия и реализации решения по началу научно-технологической модернизации России. Соответственно,  $t_i$  - время на каждой стадии принятия и реализации решения. Пример из недавних событий в России - принятие решения и реализация управленческих мероприятий (правовых, экономических, политических, организационных, социальных и т.д.) по созданию инограда Сколково [14].

### **Методика**

Разработка концептуальной модели осуществлялась автором с помощью нейропакета Neurosolutions [29], предназначенного для разработки и обучения «нейронных» сетей. Вектор входных «нейронов»  $X$  отождествлялся с календарными датами начала научно-технологических модернизаций страны-лидера в социуме. Вектор выходных «нейронов»  $Y$  отождествлялся с календарными датами начала научно-технологических модернизаций России. В связи с некорректными (неточно измеренными) данными о календарных датах начала модернизаций в социуме и России, был использован SoftMaxAxon («мягкий» аксон), основанный на «нечеткой» логике. В соответствии с рис.2, из множества классов архитектур нейронных сетей, представленных в нейропакете Neurosolutions [29], была выбрана рекуррентная «нейронная» сеть класса Джордана – Элмана с контекстуальными нейронами, которые были отождествлены с управляющей системой России. На рис.3 представлены формальные архитектуры нейронной сети Джордана – Элмана.

### Формальные архитектуры нейронной сети Джордана – Элмана

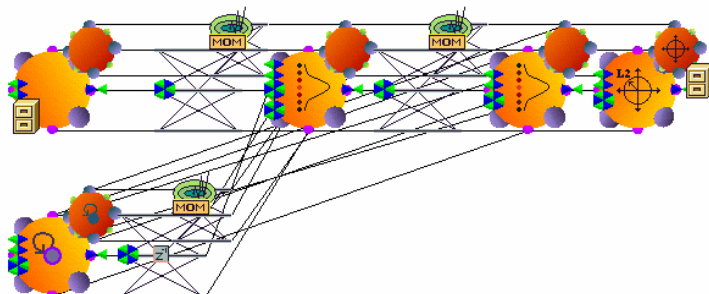


#### Полученные результаты

На рис. 4 представлена общая концептуальная модель запаздывания научно-технологических модернизаций России, основанная на рекуррентной «нейронной» сети Джордана – Элмана, реализованная в нейрорешении Neurosolutions [29].

Рис.4

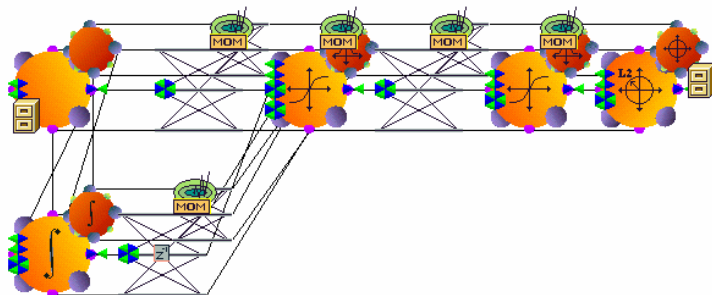
Общая концептуальная модель запаздывания научно-технологических модернизаций России (рекуррентная нейронная сеть Джордана – Элмана)



Общая концептуальная модель запаздывания научно-технологических модернизаций России, представленная на рис.4, позволяет разработать ряд частных концептуальных моделей, в зависимости от архитектуры сети (см. рис.3), класса аксонов, класса передаточных функций и механизмов задержки. В качестве иллюстрации на рис. 5 представлена одна из частных концептуальных моделей запаздывания научно-технологических модернизаций России на основе рекуррентной нейронной сети Джордана – Элмана.



Одна из частных концептуальных моделей запаздывания научно-технологических модернизаций России (рекуррентная нейронная сеть Джордана – Элмана)



Разработанная концептуальная модель, представленная на рис. 4-5, точно аппроксимирует (приближает) имеющиеся и потенциально возможные эмпирические данные. Математическое доказательство данного утверждения следующее. Разработанная концептуальная модель является «нейронной» сетью. Согласно доказанным теоремам Хехт-Нильсона, Фунахаши и Мюллера-Рейнхардта [цит. по 26] любой входной и выходной вектора чисел можно сколь угодно точно аппроксимировать с помощью «нейронной» сети. Следовательно, разработанная концептуальная модель может сколь угодно точно аппроксимировать любые имеющиеся эмпирические данные запаздывания научно-технологических модернизаций России. Из приведенного математического доказательства вытекает важное теоретическое следствие. Для точного описания и объяснения запаздывания всех научно-технологических модернизаций в истории России, достаточно одной концептуальной модели.

В целом, разработанная концептуальная модель, представленная на рис.4-5, удовлетворяет теоретическим, методологическим и вычислительным критериям, предъявляемым в системной социологии [20] к концептуальным моделям. А именно, разработанная модель «прозрачна» (ясно обозначены постулаты и гипотезы, на которых построена модель), математическая строгость определений элементов и взаимосвязей между элементами в модели, точность аппроксимации (приближения) эмпирических данных, потенциальная фальсифицируемость модели, простоты модели (простота последующей компьютерной реализации и эмпирической проверки и т.д.), устойчивость к неполноте эмпирических данных и погрешностям измерения, эмпирическая и теоретическая обоснованность (непротиворечивость относительно неопровержимо доказанных эмпирических

фактов и более общих теорий), прогностичность модели (возможность модели делать прогнозы), «широты» модели (возможность модели описывать максимально широкий класс известных моделей и теорий, социальных явлений и процессов), плодотворности модели для развития теории и практических приложений.

### **Обсуждение полученных результатов**

Разработанная концептуальная модель позволяют осуществлять множество теоретических экспериментов, стандартных при проведении компьютерных имитационных экспериментов с «нейронной» сетью. В качестве примера, рассмотрим следующую теоретическую задачу. Из представленных выше результатов следует, что необходимое количество обобщенных переменных в концептуальной модели должно быть не менее семи: Прошлое, Настоящее, Будущее, Социум, Россия, Люди, Природная среда. Поставим следующую теоретическую задачу – какое количество конкретных переменных достаточно для точного описания и объяснения запаздывания научно-технологических модернизаций России?

Автором был проведен следующий теоретический эксперимент. В таблице 2 представлены приближенные календарные даты начала длинных волн базовых научно-технологических инноваций в социуме [15] и начала научно-технологических модернизаций России. Приближенные потому, что существуют методические трудности [15] точной календарной датировки начала длиной волны базовых инноваций в социуме и научно-технологических модернизаций в истории России.

Таблица 2

Запаздывание научно-технологических модернизаций России

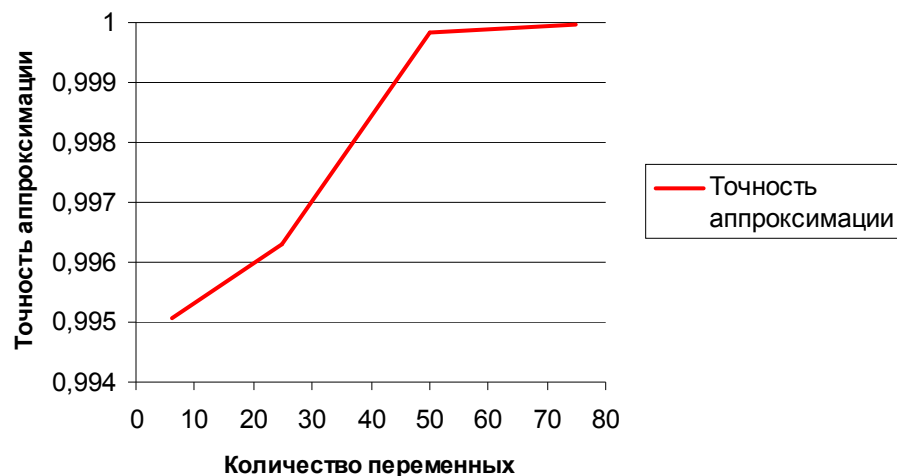
Порядковый номер длиной волны базовых инноваций	Календарная дата начала длиной волны базовых инноваций в социуме	Календарная дата начала научно-технологической модернизации России
1	1785	1810
2	1845	1880
3	1900	1929
4	1950	1975
5	1990	2008

[Цит. по 15]

По данным, представленным в таблице 2, была обучена нейронная сеть, которая соответствует частной концептуальной модели (см. рис.5). Вектор входных «нейронов»  $X$  отождествлялся с календарными датами начала научно-технологических модернизаций страны-лидера в социуме. Вектор выходных «нейронов»  $Y$  отождествлялся с календарными датами начала научно-технологических модернизаций России. Количество «нейронов» в скрытом слое в разных экспериментах было равным 7,25,50,75, что соответствовало количеству объясняющих конкретных переменных в концептуальной модели. Обучение нейронной сети осуществлялось методом обратного распространения ошибки, количество эпох – 5000. На рис. 5 представлены полученные результаты.

Рис.5

Зависимость точности аппроксимации от количества переменных в концептуальной модели



Результаты проведенного теоретического эксперимента, представленные на рис. 5, свидетельствуют, что для точного описания и объяснения запаздывания научно-технологических модернизаций России, в концептуальной модели должно быть учтено около 50-ти конкретных переменных, которые взаимосвязаны между собой.

Какие это содержательно переменные, как они распределены по обобщенным переменным Прошлое, Настоящее, Будущее, Социум, Россия, Люди, Природная среда; как влияет изменение календарных дат начала длиной волны базовых инноваций в социуме и научно-технологических модернизаций в истории России на точность аппроксимации концептуальной модели, как влияет конкретная архитектура нейронной сети Джордана – Элмана (см. рис.3) на

достаточное количество конкретных переменных в концептуальной модели – предмет возможных последующих теоретических исследований и экспериментов.

### **Выводы**

Реализована концептуальная модель запаздывания научно-технологических модернизаций России, которая точно аппроксимирует эмпирические данные и позволяет осуществлять плодотворные теоретические эксперименты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковец Ю.В. Циклы. Кризисы. Прогнозы. М.: Наука, 1999.
2. Миронов Б.Н. Историческая социология России. СПб.: Издательский дом С.-Петербургского гос. ун-та, Интерсоцис, 2009.
3. Миронов Б.Н. Социальная история России периода империи (XVIII-начало XX в.): Генезис личности, демократической семьи, гражданского общества и правового государства. СПб.: Дм. Буланин, Т. 1-2, 1999-2003.
4. Миронов Б.Н. Европейская траектория//«Эксперт Северо-Запад»,2006, №18(271). (<http://www.courier-edu.ru/cour0605/3300.htm>)
5. Наумова Н.Ф. Рецидивирующая модернизация в России: беда, вина или ресурс человечества? М.: Эдиториал УРСС, 1999.
6. Валлерстайн И. Россия и капиталистическая мир-экономика, 1500-2010 // Свободная мысль. 1996, № 5, С. 30-42.
7. Янов, А. Россия и Европа. 1462 – 1921. в 3 т. М.: Новый хронограф, 2007-2009.
8. Иноземцев В.Л. Пределы «догоняющего» развития. М.: Экономика, 2000.
9. Красильщиков В.А. Вдогонку за прошедшим веком. Развитие России в XX веке с точки зрения мировых модернизаций. М.: РОССПЭН, 1998.
10. Хорос В.Г. Русская история в сравнительном освещении. М.: ЦГО, 1996.
11. Янов А. Выбор России: возрождение либерализма или «выпадение» из Европы (<http://www.polit.ru/research/2004/10/06/janov.html>).
12. РСФСР и развитые страны (1985-1989 гг.)/Под ред. А.А.Давыдова. М.: ИС РАН, 1991.

13. Малинецкий Г. Инновации – последняя надежда России. Доклад. ([http://www.zanauku.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1830&Itemid](http://www.zanauku.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=1830&Itemid))
14. Давыдов А.А. Решения Президента РФ Д.Медведева о модернизации и инновационном развитии России: теория принятия решений. Официальный сайт РОС, 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53))
15. Давыдов А.А. Длинные волны инноваций и числа Фибоначчи: оценка перспективности гипотезы. Официальный сайт РОС, 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53))
16. Персональная страница А. Madisson. (<http://www.ggdc.net/maddison/>)
17. Huntington S. The Clash of Civilizations and Remaking of World Order. N.Y.: N.Y. Press, 1996.
18. Статьи А. Давыдова о модернизации и инновационном развитии России. Официальный сайт РОС, 2010. ([http://www.ssa-rss.ru/index.php?page\\_id=22&id=53](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53))
19. 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>)
20. Давыдов А.А. Системная социология: введение в анализ динамики социума. М.: ЛКИ, 2007.
21. Geyer R., Zouwen J. Sociocybernetics: Complexity, Autopoiesis and Observation of Social Systems. N.Y.: Praeger, 2001.
22. Research Committee on Sociocybernetics RC51, International Sociological Association (ISA). (<http://www.unizar.es/sociocybernetics/>)
23. Давыдов А.А. Системная социология. М.: ЛКИ, 2006.
24. Давыдов А.А. Компьютационная теория социальных систем// Социологические исследования, 2005, № 6, С. 14-24. (<http://ecsocman.edu.ru/text/18801577/>)
25. 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](http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53))
26. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. М.: Изд-во Физматлит, 2001.

27. Давыдов А.А. Системный подход в социологии: новые направления, теории и методы анализа социальных систем. М.: Эдиториал УРСС, 2005.
28. Громов Ю.Ю., Земской Н.А., Лагутин А.В., Иванова О.Г., Тютюнник В.М. Системы автоматического управления с запаздыванием. Тамбов.: Издательство ТГТУ, 2007.
29. Neurosolutions. (<http://www.neurosolutions.com/>)