

## ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

**Ключевые слова:** развитие человека, социум, системная социология

### **Введение**

В международной деятельности ООН [1] фундаментальной концепцией является «Human Development» (развитие человека или человеческое развитие), которая базируется на Всеобщей декларации прав человека, принятой Генеральной Ассамблеей ООН в 1948 году. Различным аспектам человеческого развития посвящены ежегодники ООН Human Development Report, в которых представлены международная статистика развития человека для социума в целом, регионов мира и государств-членов ООН, влияние различных факторов на динамику развития человека, объяснение происходящих изменений и т.д.

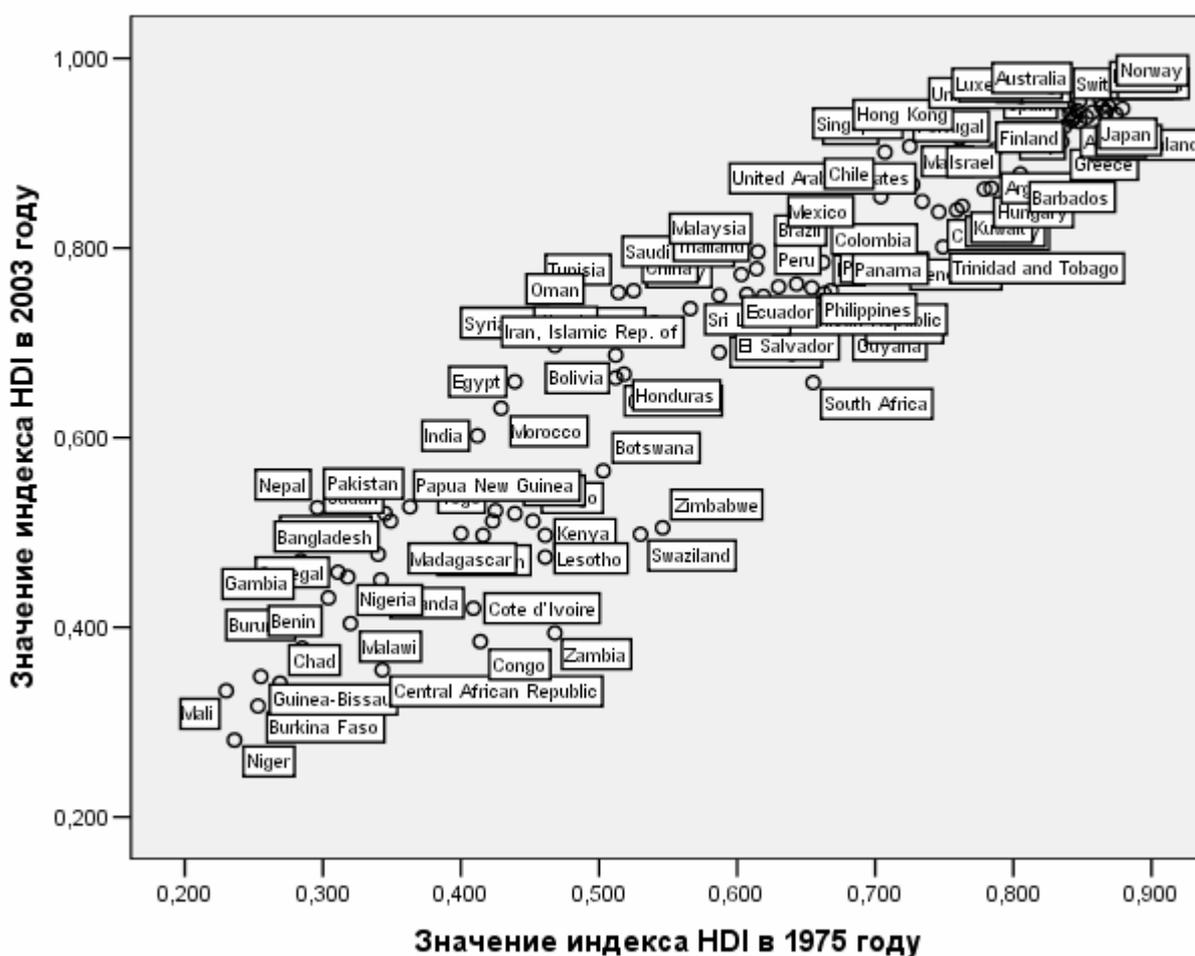
В практической деятельности ООН [1] развитие человека измеряют с помощью индекса Human development index (*HDI*) - индекса развития человека, который включает в себя среднюю ожидаемую продолжительность жизни для обоих полов, долю населения, имеющего среднее образование и ВВП (валовой внутренний продукт) на душу населения в долларах США. Значения индекса *HDI* изменяются в интервале  $0 < HDI \leq 1$ , при этом, за  $HDI_{\max} = 1$  приняты следующие значения показателей, входящих в индекс развития человека. Средняя ожидаемая продолжительность жизни - 85 лет, доля населения, имеющая среднее образование - 100%, ВВП на душу населения - 40000 долларов США. Таким образом,  $HDI_{\max} = 1$ , это конкретная управленческая цель человеческого развития, которую ООН поставила в 1992 году и которую необходимо достичь в будущем. Теоретическое обоснование, методику расчета индекса, прагматические управленческие и методические критерии, которые учитывались при разработке индекса *HDI*, заинтересованный читатель может найти в материалах научно-исследовательского института ООН United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD) [3, с.252]. Исследования экспертов ООН [4] показывают,

что значение индекса *HDI* зависит от индустриализации, урбанизации, уровня развития здравоохранения, национальных государственных приоритетов, эффективности работы правительства, наличия военных конфликтов в государстве и т.д.

На рис. 1 представлено положение государств-членов ООН в пространстве значений индекса *HDI* в моменты времени 1975 и 2003 гг., по которым имелись эмпирические данные [4].

Рис.1

**Положение государств-членов ООН в пространстве значений индекса HDI в моменты времени 1975 и 2003 гг.**



Для России в 1992 году значение индекса *HDI* = 0.849 (52-е место в мире) [5, с.18], а в 2003 году значение индекса *HDI* в России снизилось до *HDI* = 0.795 (62-е место в мире) [4]. Для сравнения, для Норвегии, занимающей первое место в мире по значению индекса *HDI* в 2003 году [4], *HDI* = 0.963.

Для теории динамики социума и практических приложений фундаментальной задачей является выявление траектории динамики значения индекса *HDI* для социума в целом за длительный период времени. Однако, решение данной задачи наталкивается на проблему наличия существенно некорректных данных. Так, в таблице 1 представлены имеющиеся эмпирические данные в базе данных ООН [1], по государствам-членам ООН, где измерялось значение индекса *HDI*.

Таблица 1

Описательные статистики динамики значения индекса HDI

Год	Количество государств	Minimum HDI	Maximum HDI	Mean	Std. Deviation
1975	102	,230	,879	,59778	,196669
1980	113	,252	,890	,63287	,188367
1985	121	,242	,909	,64678	,185338
1990	136	,249	,929	,66973	,182043
1995	145	,256	,936	,67924	,182643
2000	117	,271	,960	,70328	,187814
2003	177	,281	,963	,70610	,177780
Valid N (listwise)	77				

Из таблицы 1 следует, что значение индекса *HDI* регулярно измерялось только с 1975 года, при этом, количество сопоставимых государств, по которым вычислялось значение индекса HDI за каждый момент времени на периоде 1975-2003 гг., составило всего 77. От 177 государств, учитываемых ООН, 77 государств составляли только 43.5%. В этой связи, для выявления возможной траектории динамики значения индекса *HDI* для социума, за длительный период времени, необходимо было решить следующие задачи: заполнение пропусков в данных и разработка концептуальной модели.

### **Решение задачи заполнения пропусков в данных**

Поскольку известно [7], что заполнение пропусков в данных - это не простая формальная методическая статистическая процедура, особенно, на уровне национальных государств, то для теоретически обоснованного выбора метода заполнения пропусков в данных автор применил методологию и методику концептуального моделирования. Автор использовал классификацию национальных государств по значению индекса HDI официально признанную ООН за 2003 год. [4]. Выбор 2003 года был обусловлен тем обстоятельством, что по данному году представлено наибольшее количество государств (см. таблицу 1). По классификации экспертов ООН, доля государств со средним уровнем

человеческого развития (Medium human development) в 2003 году составила 50%, доля государств с высоким уровнем человеческого развития (High human development) - 32%, а доля государств с низким уровнем человеческого развития (Low human development) - 18%. Официально признанная ООН классификация государств по уровню человеческого развития, в 2003 году, отличается, в среднем, на 0.7% (максимальная абсолютная погрешность - 1%) от широко известной в системной социологии [6,8-11] «золотой» пропорции. Напомним, что для трех частей «золотая» пропорция наблюдается в случае, если доли распределены следующим образом 50:31:19, что соответствует  $\frac{50}{31} = \frac{31}{19} = 1.618$ . В

модульной теории социума (МТС) [8-9] «золотая» пропорция соответствует системной целостности социальных систем. Данное системное положение имеет математическое и эмпирическое обоснование при классификации объектов в работе А.Г.Буховца [12]. Следовательно, можно принять следующую структурную концептуальную модель. Существуют три группы национальных государств по значению индекса *HDI*. Первая группа (средний уровень человеческого развития) - 50% государств, вторая группа (высокий уровень человеческого развития) - 31%, третья группа (низкий уровень человеческого развития) - 19% государств. Данная модель позволяет сформулировать следующую задачу теоретически обоснованного заполнения пропусков в данных. С помощью вычислительных компьютерных экспериментов подобрать такой метод заполнения пропусков в данных, который давал бы минимальную величину погрешности по сравнению со структурной моделью. Для решения поставленной задачи использовался метод классификации K-Means, поскольку он содержательно прост и содержит минимальное количество трудно проверяемых допущений.

В результате проведенных вычислительных экспериментов с использованием стандартных методов заполнения пропусков в данных, реализованных в пакете SPSS, был выбран метод «Linear trend for that point», поскольку данный метод давал наименьшую величину погрешности классификации по методу K-Means по сравнению со структурной моделью. В таблицах 2-3 представлены результаты полученной классификации.

Таблица 2

Final Cluster Centers			
	Cluster		
	1	2	3
TREND(V1975)	,777	,528	,308
TREND(V1980)	,802	,563	,337
TREND(V1985)	,819	,588	,352
TREND(V1990)	,838	,614	,365
TREND(V1995)	,851	,628	,372
TREND(V2000)	,873	,638	,402
TREND(V2003)	,879	,659	,396

Из таблицы 2 следует, что первый кластер объединяет группу государств с высоким уровнем человеческого развития, второй кластер объединяет группу государств со средним уровнем человеческого развития, куда попала Россия, третий кластер объединяет группу государств с низким уровнем человеческого развития. Из таблицы 2 также следует, что в первом и втором кластере наблюдается рост среднего значения индекса *HDI* с течением времени, а в третьем кластере рост среднего значения индекса *HDI* наблюдался только за период 1975-2000 гг. В этой связи отметим следующее. Проведенный анализ показал, что за период 1975-2003 гг. только в 2.8% государств (Зимбабве, Свазиленд, Замбия, Конго, Сьерра-Леоне) снизилось значение индекса *HDI*, а в 97.2% государств наблюдался рост значения индекса *HDI*. В этой связи отметим, что полученное значение 97.2:2.8 близко (относительная погрешность - 3%, абсолютная погрешность - 2.8%) к известной в системной социологии [8,с.126] константе необходимой дисгармонии социальных систем, численное значение которой составляет, для двух частей, 94.4:5.6. Наблюдаемый в 97.2% государств рост значения индекса *HDI* за период 1975-2003 гг. можно назвать общей глобальной тенденцией социума.

Таблица 3

Number of Cases in each Cluster

Cluster	1	63
	2	93
	3	21
Valid		177
Missing		0

Из таблицы 3 следует, что первый кластер включает в себя 36% стран мира, второй кластер - 53%, третий кластер - 12%. В сравнении с моделью, средняя абсолютная погрешность полученного результата классификации составила 1.7%, что свидетельствует о хорошем приближении. Таким образом, заполнение 56.5% пропущенных значений методом «Linear trend for that point» дало хорошее приближение к модели, имеющей теоретическое и эмпирическое обоснование.

В таблицах 4-5 представлены результаты дисперсионного анализа, которые показывают долю дисперсии значений индекса *HDI* внутри групп выделенных государств и между группами государств.

Таблица 4

ANOVA (HDI)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TREND(V1975)	Between Groups	4,237	2	2,119	337,506	,000
	Within Groups	1,092	174	,006		
	Total	5,330	176			
TREND(V1980)	Between Groups	4,081	2	2,041	346,198	,000
	Within Groups	1,026	174	,006		
	Total	5,107	176			
TREND(V1985)	Between Groups	3,999	2	2,000	323,198	,000
	Within Groups	1,077	174	,006		
	Total	5,076	176			
TREND(V1990)	Between Groups	4,029	2	2,015	290,047	,000
	Within Groups	1,209	174	,007		
	Total	5,238	176			
TREND(V1995)	Between Groups	4,075	2	2,038	287,546	,000
	Within Groups	1,233	174	,007		
	Total	5,308	176			
TREND(V2000)	Between Groups	4,090	2	2,045	293,450	,000
	Within Groups	1,213	174	,007		
	Total	5,303	176			
TREND(V2003)	Between Groups	4,108	2	2,054	245,700	,000
	Within Groups	1,455	174	,008		
	Total	5,563	176			

Таблица 5

Доля дисперсии значений индекса *HDI* внутри групп государств и между группами государств, %

Год	Доля дисперсии внутри групп государств	Доля дисперсии между группами государств
1975	20.5	79.5
1980	20.1	79.9
1985	21.2	78.8
1990	23.1	76.9
1995	23.2	76.8
2000	22.9	77.1
2003	26.1	73.9

Из таблицы 5 следует, что за период 1975 - 2003 гг. среднее значение доли дисперсии значений индекса *HDI* между группами государств составило 77.6%, а внутри групп государств 22.4%. Полученные значения близки (относительная погрешность 1.5%) к пропорции 76.4:23.6, которая в модульной теории социума (МТС) [8-9] соответствует режиму баланса функций сохранения и развития. Таким образом, получен эмпирический теоретически обоснованный факт в пользу адекватности используемой методики заполнения пропусков в данных и построенной классификации государств по значению индекса *HDI*.

### **Решение задачи разработки концептуальной модели**

Поскольку значение индекса *HDI* для социума надежно вычислялось только в последние несколько лет, то автором был проведен статистический анализ, который показал следующее. В 2003 году значение индекса *HDI* для социума в целом составило  $HDI = 0.741$  [4], а вычисленная автором, с помощью пакета SPSS, робастная (устойчивая к «выбросам» и другим смещениям) М-оценка среднего значения за 2003 год по 177 странам мира составила  $\overline{HDI} = 0.744$  (см. таблицу 6), что попадает в интервал возможной погрешности измерения значения индекса *HDI*. Проведенный статистический анализ также показал, что распределения значения индекса *HDI*, за каждый наблюдаемый год, являлись унимодальными, что соответствует статистическим критериям адекватного использования средних значений.

Таблица 6

M-Estimators Human development index (HDI)

HDI	Huber's M-Estimator <sup>a</sup>	Tukey's Biweight <sup>b</sup>	Hampel's M-Estimator <sup>c</sup>	Andrews' Wave <sup>d</sup>
2003	,73326	,74353	,72658	,74382

- a. The weighting constant is 1,339.
- b. The weighting constant is 4,685.
- c. The weighting constants are 1,700, 3,400, and 8,500
- d. The weighting constant is 1,340\*pi.

Таким образом, имелось эмпирическое обоснование использовать в качестве значения индекса *HDI* для социума в целом робастное (устойчивое) значение М-оценок, вычисленное по государствам-членам ООН в определенный момент времени. В таблице 7 приведены робастные (устойчивые к «выбросам» и другим смещениям) М-оценки значений индекса *HDI* с заполненными пропусками за период каждый момент времени.

Таблица 7

M-Estimators Human development index (HDI)

HDI	Huber's M-Estimator <sup>a</sup>	Tukey's Biweight <sup>b</sup>	Hampel's M-Estimator <sup>c</sup>	Andrews' Wave <sup>d</sup>
TREND(V1975)	,59692	,59685	,59526	,59681
TREND(V1980)	,62989	,62955	,62815	,62949
TREND(V1985)	,65514	,65496	,65133	,65487
TREND(V1990)	,68365	,68625	,67826	,68613
TREND(V1995)	,69612	,69876	,69095	,69865
TREND(V2000)	,70748	,70818	,70321	,70810
TREND(V2003)	,73326	,74353	,72658	,74382

- a. The weighting constant is 1,339.
- b. The weighting constant is 4,685.
- c. The weighting constants are 1,700, 3,400, and 8,500
- d. The weighting constant is 1,340\*pi.

Значение робастных М-оценок Хубера, представленных в таблице 7, использовались для поиска класса возможных математических функций  $HDI = f(t)$ , где *HDI* - робастная М-оценка Хубера, *t* - календарная дата,  $t = 1975, \dots, 2003$ . Поиск функций осуществлялся с помощью пакетов SYSTAT TableCurve 2D (версия 5.01), SigmaPlot (версия 8.0), SPSS (версия 13), STATISTICA (версия 6.0), в которых представлено множество классов возможных математических функций. Так, например, в пакете SYSTAT TableCurve 2D содержится 3667 встроенных функций для автоматической аппроксимации

(приближения) эмпирических зависимостей. Вместе с тем, очевидно, что проверить все существующие функции не представлялось возможным, поэтому полученные результаты следует рассматривать как приближенные.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

Сначала, с помощью пакета SPSS были исследованы некоторые наиболее простые и распространенные классы функций. Полученные результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8

**Model Summary and Parameter Estimates**

Dependent Variable: Среднее значение HDI

Equation	Model Summary					Parameter Estimates			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Linear	,974	190,659	1	5	,000	-8,273	,004		
Logarithmic	,975	193,850	1	5	,000	-67,265	8,944		
Inverse	,975	197,091	1	5	,000	9,615	-17794,8		
Quadratic	,974	190,659	1	5	,000	-8,273	,004	,000	
Cubic	,974	190,659	1	5	,000	-8,273	,004	,000	,000
Compound	,968	153,713	1	5	,000	9,46E-007	1,007		
Power	,969	156,385	1	5	,000	2,45E-045	13,471		
S	,970	159,112	1	5	,000	13,071	-26803,2		
Growth	,968	153,713	1	5	,000	-13,871	,007		
Exponential	,968	153,713	1	5	,000	9,46E-007	,007		
Logistic	,978	222,766	1	5	,000	2E+017	,980		

The independent variable is Год.

Из таблицы 8 следует, что наибольшую меру аппроксимации (приближения) имеет класс логистических функций. Поскольку известно, что класс логистических функций являются достаточно «широкими», в частности, логистическая функция может быть описана с помощью различных формул, например, классических логистических функций [13-15], Logistic Dose Response (LDR), Asymmetric Sigmoid Reverse Asymmetry, кривых Вейбулла, Гомперца, Хилла, Чепмена, Exponentially Modified Gaussian (EMG), Inverted Gamma и т.д. с количеством параметров от 2 до 5, моделями детерминированного хаоса [16-17] и другими моделями [10,с.138], то для более детального изучения логистической функции был проведен дополнительный анализ, некоторые результаты которого представлены в таблице 9.

Некоторые S-образные функции

Название функции	Количество коэффициентов в модели	Значение $R^2$
Sigmoid	4	0.999
LgstcDoseRsp	4	0.999
AsymSigR	5	0.999
LorCum	4	0.999
GaussCum	4	0.999
WeibullCum	5	0.999

Из таблицы 9 следует, что можно подобрать формулу логистической функции, которая практически точно аппроксимирует имеющиеся эмпирические данные, представленные в таблице 7.

Рассмотрим теперь системное теоретическое обоснование логистической функции, как возможной концептуальной модели. Известно, что логистическая функция часто встречается в природных [13-15] и социальных [10,18] системах и является общесистемным законом. Математически строго доказано [19], что логистический рост - это особый случай равновесия между неограниченным ростом и затуханием, который обусловлен принципом экстремальности, а именно, максимизацией функционала действия в системе. Напомним, что в вариационном исчислении функционалом называется переменная величина, зависящая от функции. В обществе, как системе, также действуют экстремальные (вариационные) принципы [11,с.67]. В системной социологии [6, 11] принято выводить уравнения движения социальной системы из вариационных принципов, поскольку согласно общей социологической теории социальных «фрагментов» [7,с.103] принципы определяют законы социальных систем. В этой связи можно предположить, что функционалом действия, для данного случая, является максимизация развития человека, что соответствует цели мирового сообщества, поставленной в международной программе ООН Millennium Development Goals (Декларация тысячелетия) [1].

Логистическая модель удовлетворяет методологическим критериям, предъявляемым в системной социологии [6] к концептуальным моделям, а именно, критерию точности описания, фальсифицируемости К.Поппера, внешней и внутренней консистентности, плодотворности, конкурентного преимущества и

т.д. В частности, конкурентное преимущество логистической модели состоит в том, что логистическая функция не позволяет получить значения индекса  $HDI$  за пределами объективно существующих границ изменения индекса  $0 < HDI \leq 1$ . Для сравнения, линейная, степенная, экспоненциальная функции, кубическая парабола, которые имеют значительную меру аппроксимации (см. таблицу 8) могут давать значения за пределами объективно существующих границ изменения индекса  $HDI$ .

Таким образом, имелись теоретические, методологические и эмпирические основания выдвинуть, в качестве первого приближения, концептуальную модель, согласно которой динамика значения индекса  $HDI$  в социуме может происходить по логистической траектории.

В соответствии с методологическими критериями разработки концептуальных моделей в системной социологии [6], из множества возможных логистических функций была отобрана логистическая функция (1) которая являлась максимально простой и точно описывала имеющиеся эмпирические данные, представленные в таблице 7. На основании модели (1) возможная динамика человеческого развития социума представлена на рис. 2.

$$HDI = \frac{1}{1 + e^{a+bt}}, \quad (1)$$

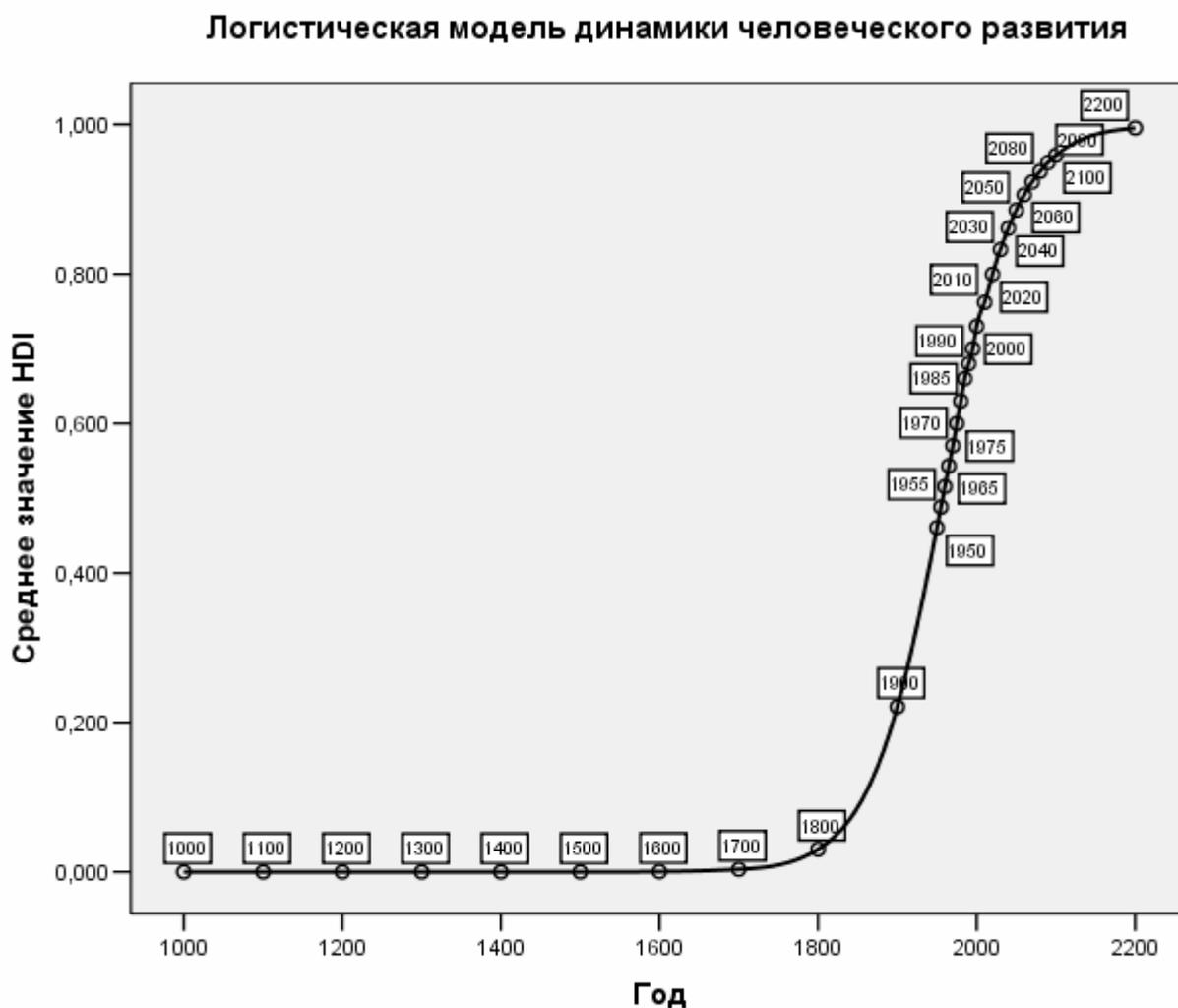
где  $a = 43.12664$

$b = -0.02204$

$e = 2.718...$  (основание натуральных логарифмов)

$t$  - календарная дата (год)

Постоянные коэффициенты  $a, e, b$  в модели (1) можно интерпретировать как константы динамики человеческого развития социума [16-17,20].



*Примечание: цифры на графике обозначают календарную дату*

Логистическая траектория, представленная на рис. 2, показывает, что начало интенсивного роста развития человека в социуме наблюдалось около 1750 года, что соответствует началу промышленной революции. Данное соответствие свидетельствует в пользу построенной концептуальной модели, поскольку хорошо согласуется с имеющимися теоретическими и эмпирическими данными о роли индустриализации в человеческом развитии [4-5]. Из полученной концептуальной модели следует, что значение  $HDI = 0.995$  может быть достигнуто к 2200 году.

Построенная концептуальная модель имеет полезные теоретико-познавательные и эмпирические следствия. В частности, она позволяет привлечь, для возможного объяснения динамики человеческого развития социума, известные общесистемные закономерности логистической динамики [16-17], измерить влияние глобальных и локальных тенденций, оказывающих влияние на

динамику значения индекса *HDI* и т.д. Например, Р.Робертсон [цит. по 21, с.66], ввел понятие глобокальности т.е. совмещение глобального и локального в социальных явлениях и процессах. Понятие глобокальности для человеческого развития можно записать в виде формулы (2).

$$HDI = aHDI + bHDI, \quad (2)$$

где  $a$  - доля влияния глобальной тенденции изменения значения индекса *HDI* для социума в целом

$b$  - доля влияния локальных тенденций изменения значения индекса *HDI* на уровне национального государства

$$a + b = 1$$

Если в качестве глобальной тенденции изменения значения индекса *HDI* для социума в целом использовать логистическую модель (1), а в качестве локальных тенденций использовать нормированные отклонения от данной модели для отдельных национальных государств, то тогда можно измерить доли влияния тенденций  $a, b$  по формуле (3).

$$b = \frac{|HDI_{ГОСУДАРСТВО} - HDI_{МОДЕЛЬ}|}{HDI_{МОДЕЛЬ}}, \quad (3)$$

где  $b$  - доля влияния локальных тенденций изменения значения индекса *HDI* на уровне национального государства

$HDI_{ГОСУДАРСТВО}$  - значение индекса *HDI* для национального государства

$HDI_{МОДЕЛЬ}$  - модельное значение индекса *HDI* для социума в целом (логистическая модель)

На основе логистической модели (1) автором было проведено измерение влияния локальной национальной специфики России на значение индекса *HDI*. Значение индекса *HDI* для России было взято из базы данных ООН [3-5]. В таблице 10 представлены результаты проведенных расчетов по формуле (3).

Таблица 10

Соотношение локального и глобального в значении индекса *HDI* России

Год	1992	1995	1997	2000	2003
Значение <i>HDI</i> для России	0.849	0.779	0.747	0.781	0.795
Значение <i>HDI</i> для социума в целом (логистическая модель)	0.683	0.697	0.706	0.719	0.733
Влияние локальной национальной специфики России, %	24.3	11.8	5.8	8.6	8.5
Влияние глобальной тенденции социума, %	75.7	88.2	94.2	91.4	91.5

Из таблицы 10 следует, что влияние локальной национальной специфики России на значение индекса *HDI* существенно меньше, чем влияние глобальных тенденций социума.

Поскольку с течением времени в высокоразвитых странах мира наблюдается тенденция к всеобщему высшему образованию, то не исключено, что в будущем, когда доля населения, имеющая среднее образование, приблизится к 100%, будет разработан новый индекс *HDI*, в котором вместо среднего образования будет учитываться высшее образование. Не исключено, что динамика значений нового индекса *HDI* для социума в целом, также будет логистической.

### **Выводы**

Поскольку разработанная концептуальная модель удовлетворяет методологическим критериям, предъявляемым в системной социологии к концептуальным моделям, то данная модель имеет право на существование. В частности, разработанная концептуальная модель предсказывает значение индекса *HDI* для социума в 2006 году  $HDI = 0.746$ , что можно эмпирически проверить. Разработанная концептуальная модель может приблизить нас к пониманию механизмов динамики человеческого развития социума.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.un.org>
2. <http://www.hdr.undp.org/reports>
3. Human Development Report 2002. N.Y.: UN, 2003. (<http://www.hdr.undp.org>)
4. Human Development Report 2005. N.Y.: UN, 2006. (<http://www.hdr.undp.org>)
5. Human Development Report 1995. N.Y.: UN, 1996. (<http://www.hdr.undp.org>)
6. Давыдов А.А. Системная социология. М.: Эдиториал УРСС, 2006.
7. Литтл Р., Рубин Д. Статистический анализ данных с пропусками. М.: Финансы и статистика, 1991.
8. Давыдов А.А. Модульный анализ и конструирование социума. М.: ИСАН, 1994.
9. Давыдов А.А., Чураков А.Н. Модульный анализ и моделирование социума. М.: ИСАН, 2000.
10. Давыдов А.А. Системный подход в социологии: законы социальных систем. М.: Эдиториал УРСС, 2004.
11. Давыдов А.А. Системный подход в социологии: новые направления, теории и методы анализа социальных систем. М.: Эдиториал УРСС, 2005.
12. Буховец А.Г. Системная интерпретация классификационных задач//Социология 4М, 2006, №22, С. 114-144.
13. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. М.: Наука, 1973.
14. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть I. Научно-издательский центр "Регулярная и хаотическая динамика", Москва, Ижевск, 2005.
15. Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981.
16. Арнольд В.И. «Жёсткие» и «мягкие» математические модели. М.: МЦНМО, 2004.
17. Медведева Н.Б. Динамика логистической функции//Соросовский образовательный журнал, 2000, Т.6, №8, С. 121-127.
18. Плотинский Ю.М. Теоретические и эмпирические модели социальных процессов. М.: Логос, 1998.
19. Фурсова П.В., Левич А.П., Алексеев В.Л. Экстремальные принципы в математической биологии// Успехи современной биологии. 2003, Т.123, № 2, С. 115-137.
20. Жирмунский А.В., Кузьмин В.И. Критические уровни развития природных систем. Л.: Наука, 1990.
21. Ядов В.А. Современная теоретическая социология как концептуальная база исследования российских трансформаций. СПб.: Интерсоцис, 2006.