

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА: ВЛИЯНИЕ ПРОШЛОГО И БУДУЩЕГО

В статье представлена выявленная пиковая функция Лоренца для зависимости настоящего значения Human Development Index (HDI) – индекс развития человека, от прошлых и будущих значений Human Development Index (HDI) за период 1980-2010 гг. на уровне социума.

Ключевые слова: развитие человека, прошлое, настоящее, будущее, социум, прогнозирование, системная социология

Введение

В международной деятельности ООН [1] фундаментальной социальной концепцией и приоритетной целью международного сообщества является «Human Development» (развитие человека). В сравнительных международных исследованиях ООН, развитие человека в социуме (множество стран мира) измеряют с помощью индекса Human Development Index (HDI) – Индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП)[2-3]. Для точного прогнозирования значений Human Development Index (HDI) важно знать, как прошлые значения HDI и будущие значения HDI влияют на значение HDI в настоящем.

В разработанной автором [4] модели социального времени, настоящее время одновременно зависит от прошлого и будущего времени. Под будущим временем понимается, в частности, ожидаемое будущее, планируемое будущее, достижимое будущее и т.д., поскольку социальные системы и индивиды – это целеустремленные системы [5], которые ставят будущие цели, в частности, развития, достижения и т.д. Однако, вид конкретной функции зависимости настоящих значений HDI от прошлых и будущих значений HDI был неизвестен.

В анализе временных рядов [6-7] используется классическая процедура экспоненциального сглаживания временных рядов - веса точек ряда

экспоненциально убывают по мере удаления в прошлое. Если допустить, что существует симметрия прошлого и будущего, то тогда можно предположить, что веса точек временного ряда также должны экспоненциально убывать по мере удаления в будущее, в целом, образуя распределение Лапласа (двойное экспоненциальное распределение). В этой связи сформулируем гипотезу исследования.

Гипотеза. *Зависимость настоящего значения HDI от прошлых и будущих значений HDI на периоде 1980-2010 гг. на уровне социума в целом можно точно аппроксимировать функцией Лапласа.*

Проверка данной гипотезы – важная исследовательская задача для развития теории социального времени [4], теории динамики социума [8], прогнозирования динамики значений Human Development Index (HDI)[3].

Теория и методология

Проверка выдвинутой гипотезы осуществлялась в рамках системной социологии [8-9] на основе естественнонаучной методологической парадигмы. Напомним, что системная социология является разделом Systems Science (науки о системах), базируется на общей теории систем, в частности, общесистемной теории динамических систем, множестве частных теорий социальных систем и относится к точным наукам. В частности, в системной социологии [8] используется теория сложных адаптивных динамических систем, которые обладают памятью и прогнозируют будущее.

Селекция моделей осуществлялась по теоретическим, методическим, вычислительным, компьютерным и другим критериям селекции моделей, принятым в системной социологии [8]. В частности, точности аппроксимации, простоты модели и т.д. Поэтому в настоящем исследовании предпочтение отдавалось трехпараметрическим функциям, по сравнению с функциями, содержащими четыре и более параметра.

Методика

Для проверки выдвинутой гипотезы были использованы значения Human Development Index (HDI) для 169 стран мира по пятилетним интервалам времени за период 1980-2010 гг. из базы данных ООН [1]. Сначала была использована множественная линейная регрессия из пакета SPSS. В качестве зависимой переменной выступали значения HDI_{1985} , HDI_{1990} , HDI_{1995} , HDI_{2000} , HDI_{2005} . В

качестве независимых переменных использовались остальные значения HDI_{1980} , HDI_{1985} , HDI_{1990} , HDI_{1995} , HDI_{2000} , HDI_{2005} , HDI_{2010} . Данная методическая процедура позволяла одновременно учитывать условные прошлые, настоящие и будущие значения HDI . Стандартизированные значения коэффициентов Beta множественной линейной регрессии характеризовали меру влияния. Стандартизированное значение коэффициента Beta для зависимой переменной HDI_i было условно принято за 1.

Затем, абсолютные (без учета знака) значения стандартизированных коэффициентов Beta множественной линейной регрессии, за каждый момент времени, подвергалась аппроксимации с помощью пакета TableCurve 2D [10], предназначенного для автоматической аппроксимации 3667 математических функций. Для уточнения и проверки полученных результатов также использовался пакет PeakFit [11], предназначенный для автоматического анализа пиковых функций.

Полученные результаты

В табл. 1 представлены выявленные трехпараметрические функции, имеющие максимальную меру аппроксимации при различных зависимых переменных.

Таблица 1

Трехпараметрические функции, имеющие максимальную меру аппроксимации

Функция	Зависимая переменная				
	HDI_{1985}	HDI_{1990}	HDI_{1995}	HDI_{2000}	HDI_{2005}
Lorentzian_(a,b,c)	0,9337432133	0,9462752663	0,9664841186	0,9779670147	0,9918567458
Pulse_(a,b,c)	0,9093656219	0,8953380684	0,8951869338	-	-
Laplace_(a,b,c)	0,8995821545	0,8364913181	0,9071010275	0,9546854811	0,9748792911
ExtrVal_(a,b,c)	0,8962586626	0,9537603349	0,9783002816	0,9378600833	0,8977684961
Logistic_(a,b,c)	0,8635565153	0,9112996668	0,9850379781	0,9946390859	0,9510790893
LogNormal_(a,b,c)	0,8368421154	0,8833408512	0,9847088601	0,9900240977	0,9292225570
Gaussian_(a,b,c)	0,8363617896	0,8823363223	0,9840860607	0,9903456152	0,9295023382
LDR Peak_(a,b,c)	-	0,9120501692	0,9854824018	0,9944812777	0,9508482034
ErfcPeak_(a,b,c)	-	0,8473318717	0,9666782972	0,9766858051	0,8982716075

Примечание: в ячейках таблицы указаны значения меры аппроксимации R^2 , знак «-» обозначает, что функция не попала в список.

В целом, по сумме значений коэффициентов аппроксимации, представленных в табл.1, наиболее точной для различных зависимых переменных оказалась пиковая функция Лоренца (Lorentzian peak function) (1), модифицированная автором с учетом используемой методики, которая была рассмотрена выше.

$$B = \frac{1}{1 + \left(\frac{t - t_0}{c} \right)^2} \quad (1)$$

где

B - абсолютное значение Standardized Coefficients Beta

t - календарная дата

t_0 - центр пика (календарная дата, в которой $\max Beta = 1$) или зависимая переменная множественной линейной регрессии

c - ширина пика

Значение параметра c (1) для различных зависимых переменных было следующим. $c_{1985} = 5.989$, $c_{1990} = 6.786$, $c_{1995} = 7.798$, $c_{2000} = 6.423$, $c_{2005} = 5.421$. В табл.1 представлены средние значения параметра c и робастные оценки M за период 1980-2010 гг.

Таблица 1

Descriptives			Statistic	Std. Error
Значение параметра c				
Mean			6,48340	,399782
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound		5,37343	
	Upper Bound		7,59337	
5% Trimmed Mean			6,46939	
Median			6,42300	
Variance			,799	
Std. Deviation			,893940	
Minimum			5,421	
Maximum			7,798	
Range			2,377	
Interquartile Range			1,587	
Skewness			,571	,913
Kurtosis			,473	2,000

Таблица 2

M-Estimators

	Huber's M-Estimator ^a	Tukey's Biweight ^b	Hampel's M-Estimator ^c	Andrews' Wave ^d
Значение параметра c	6,39935	6,31826	6,40131	6,31899

- 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.

В качестве иллюстрации, рассмотрим только один полученный результат, где в качестве зависимой переменной выступало значение HDI_{1995} . В табл. 3-4 представлены результаты множественной линейной регрессии.

Таблица 3

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,999 ^a	,998	,998	,009669

- a. Predictors: (Constant), Human Development Index (HDI)_2010, Human Development Index (HDI)_1980, Human Development Index (HDI)_1990, Human Development Index (HDI)_2000, Human Development Index (HDI)_1985, Human Development Index (HDI)_2005
 Dependent Variable: Human Development Index (HDI)_1995

Таблица 4

Coefficients^a

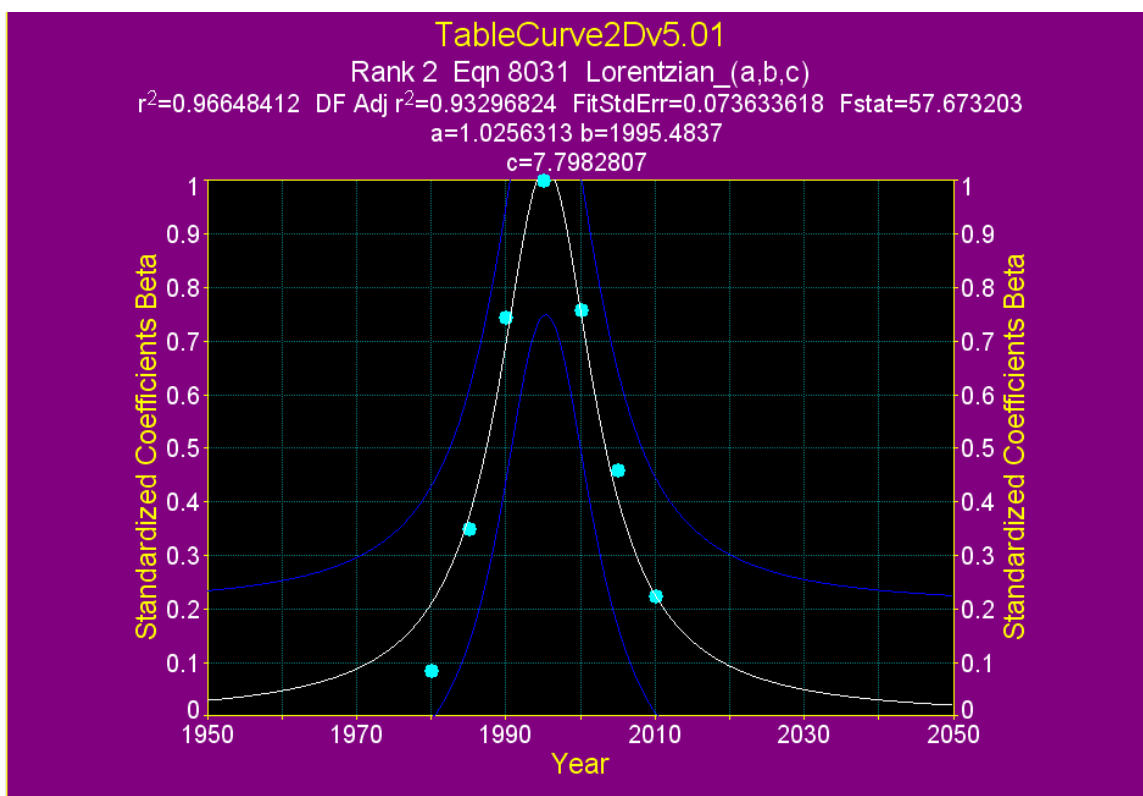
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,010	,005		-2,008	,048
	Human Development Index (HDI)_1980	,091	,070	,085	1,301	,197
	Human Development Index (HDI)_1985	-,375	,117	-,351	-3,212	,002
	Human Development Index (HDI)_1990	,779	,087	,746	8,968	,000
	Human Development Index (HDI)_2000	,743	,085	,758	8,724	,000
	Human Development Index (HDI)_2005	-,450	,155	-,460	-2,900	,005
	Human Development Index (HDI)_2010	,224	,117	,224	1,908	,060

- a. Dependent Variable: Human Development Index (HDI)_1995

В Приложении представлены меры аппроксимации для некоторых пиковых функций, полученных с помощью пакета TableCurve 2D [10] для зависимой переменной HDI_{1995} . На рис. 1 представлена трехпараметрическая пиковая функция Лоренца для абсолютных значений стандартизованных коэффициентов Beta из табл.4, с ретропрогнозом до 1950 г. и прогнозом до 2050 г.

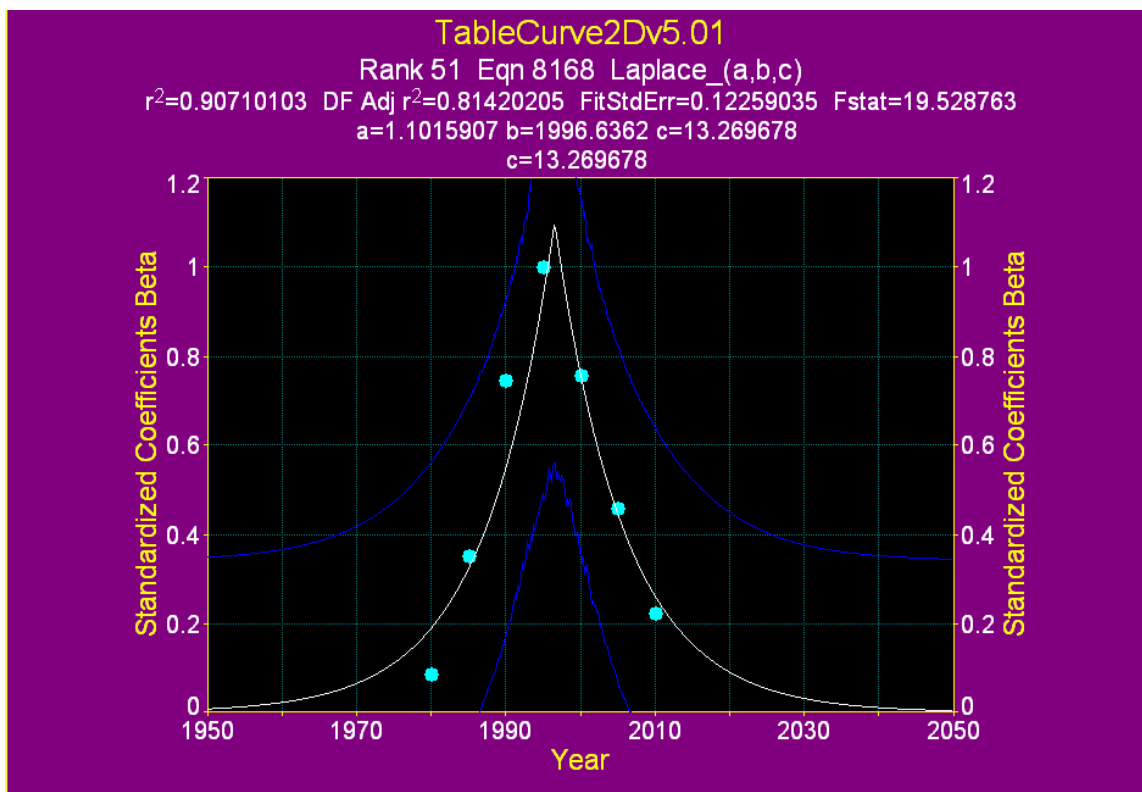
Рис.1

Зависимость настоящего значения HDI от прошлых и будущих значений HDI
(трехпараметрическая пиковая функция Лоренца)



Для сравнения, на рис. 2 представлена трехпараметрическая функция Лапласа.

Зависимость настоящего значения HDI от прошлых и будущих значений HDI
(трехпараметрическая функция Лапласа)



Мера аппроксимации функции Лапласа, представленной на рис. 2, составляет $R^2 = 0.907$, что меньше, чем мера аппроксимации для пиковой функции Лоренца, представленной на рис.1, мера аппроксимации которой $R^2 = 0.966$. Таким образом, выдвинутая гипотеза, согласно которой зависимость настоящего значения HDI от прошлых и будущих значений HDI точно описывается функцией Лапласа, не получила эмпирического подтверждения.

Обсуждение полученных результатов

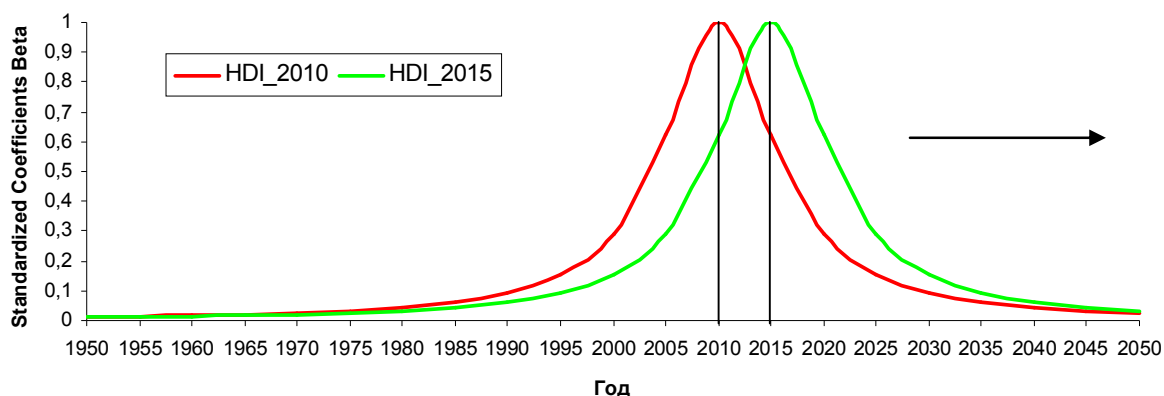
Значение Human Development Index (HDI) можно точно аппроксимировать пиковыми функциями по прошлым и будущим значениям HDI, в частности, используя трехпараметрическую пиковую функцию Лоренца (1). Данная функция точнее аппроксимирует имеющиеся эмпирические данные, по сравнению с функцией Лапласа, является простой, содержательно интерпретируемой, одной из классических пиковых функций, представлена в многочисленных пакетах для аппроксимации пиковых функций, широко используется в качестве описательной модели для различных систем.

Функция Лоренца, представленная на рис.1 является симметричной функцией, следовательно, в первом приближении, можно предположить, что существует приближенная симметрия прошлого и будущего в динамике значений HDI, а именно, существует незначительная асимметрия прошлого и будущего при доминировании влияния будущего над прошлым (см. табл.4). Полученные результаты согласуются с ранее полученными результатами [4].

Функция Лоренца, представленная на рис. 1, хорошо объясняет наблюдаемое приближенное Марковское свойство динамики HDI [12-13], когда значение HDI в наибольшей мере зависит от предыдущего значения HDI. Вместе с тем, из функции Лоренца следует, что на динамику значений HDI могут оказывать влияние значения HDI, располагающиеся далеко в прошлом и будущем. Так, например, на значение HDI_{1995} могут оказывать влияние значения HDI_{1950} и HDI_{2050} (см. рис.1), т.е. временной интервал влияния прошлых и будущих значений HDI на значение HDI_{1995} может составлять, приближенно, сто лет.

Если допустить, что трехпараметрическая пиковая функция Лоренца (1) для HDI, является солитоном [14] - одинокой бегущей волной, распространяющейся по оси времени от прошлого к будущему в виде пика неизменной формы, при среднем значении $\bar{c} \approx 6.4$, то тогда можно построить динамическую компьютерную модель влияния прошлых и будущих значений HDI на условное настоящее значение HDI. В этой связи напомним, что социофизика [15-16] – одно из классических направлений системной социологии, в рамках которой плодотворно используются физические модели для моделирования и прогнозирования социальных явлений и процессов. В качестве иллюстрации на рис. 3 представлен фрагмент солитоноподобной модели, вычисленный по формуле (1), при $\bar{c} \approx 6.4$. В качестве зависимых переменных выступали HDI_{2010} и HDI_{2015} , что соответствовало пятилетним интервалам времени представления значений HDI в Базе Данных ООН [1-2].

Фрагмент солитоноподобной модели влияния прошлых и будущих значений
HDI с течением времени



Вместе с тем, трехпараметрическую пиковую функцию Лоренца (1) следует рассматривать только как первое приближение, которое нуждается в уточнении. В частности, потому, что для условной зависимой переменной HDI_{1995} , точнее оказались пиковая логистическая функция (см. табл.1); автор не использовал функции с числом параметров больше трех, в то время как, например, асимметричная логистическая функция с пятью параметрами $AsymLgstc(a,b,c,d,e)$ имеет меру аппроксимации $R^2 = 0.998$ (см. Приложение), что выше, чем у трехпараметрической пиковой функции Лоренца (1). Кроме того, пока неизвестно, действительно ли на динамику значений HDI могут оказывать влияние значения HDI, располагающиеся так далеко в прошлом и будущем. Уточнение полученных результатов – перспективная научная задача для последующих исследований.

Выводы

В результате проведенного исследования было установлено следующее. *Выдвинутая гипотеза, согласно которой зависимость настоящего значения Human Development Index (HDI) от прошлых и будущих значений HDI на периоде 1980-2010 гг. на уровне социума в целом, точно описывается функцией Лапласа, не получила эмпирического подтверждения. Более точной оказалась пиковая функция Лоренца.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. United Nations Human Development Programme. (<http://hdr.undp.org/en/>)
2. Human Development Report 2010. The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development. UN, 2010. (<http://hdr.undp.org/en/>). Доклад о развитии человека 2010. Реальное богатство народов: пути к развитию человека. М.: «Весь мир», 2010.
3. Давыдов А.А. Динамика развития человека (Сборник статей). Официальный сайт РОС, 2011. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#13)
4. Давыдов А.А. Модель социального времени//Социологические исследования, 1998, № 4. С. 98-101. (<http://ecsocman.edu.ru/text/16962033/>)
5. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. М.: Сов. радио, 1974.
6. Грешилов А.А., Стакун В.А., Стакун А.А. Математические методы построения прогнозов. М.: Радио и связь, 1997.
7. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М.: Финансы и статистика, 2003.
8. Давыдов А.А. Системная социология: введение в анализ динамики социума. М.: ЛКИ, 2007.
9. 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>)
10. TableCurve 2D. (<http://www.sigmaplot.com/products/tablecurve2d/tablecurve2d.php>)
11. PeakFit. (<http://www.systat.com/>)
12. Давыдов А.А. Стохастическая динамика развития человека в социуме: модель двойной цепи Маркова. Официальный сайт РОС, 2011. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#13)
13. Давыдов А.А. Динамика развития человека в социуме: 1980-2010 гг. Официальный сайт РОС, 2011. (http://www.ssa-rss.ru/index.php?page_id=22&id=53#13)
14. Филиппов А. Т. Многоликий солитон. М.: Наука, 1990. (<http://ilib.mirror1.mccme.ru/djvu/bib-kvant/soliton.htm>)
15. Sobkowicz P. Modelling Opinion Formation with Physics Tools: Call for Closer Link with Reality//Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 2009, vol. 12, no. 1, 11. (<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/1/11.html>)
16. Castellano C., Fortunato S., Loreto V. Statistical physics of social dynamics// Accepted by Reviews of Modern Physics, 2007. (<http://arxiv.org/pdf/0710.3256>)

ПРИЛОЖЕНИЕ. Мера аппроксимации пиковых функций. Зависимая переменная -

HDI_{1995}

	R^2		Пиковая функция
1	0.9998748567	71	8187 Pearson IV(a,b,c,d,e,f)
2	0.9985282445	34	8057 ADS(a,b,c,d,e,f)
3	0.9979826741	70	8186 Pearson IV_(a,b,c,d,e)
4	0.9979119766	65	8043 AsymLgstc(a,b,c,d,e)
5	0.9979097748	64	8042 AsymLgstc_(a,b,c,d)
6	0.9978367486	27	8062 LgstcPowPk_(a,b,c,d)
7	0.9977633960	76	8165 EMG(a,b,c,d,e)
8	0.9976020632	106	8059 ADC(a,b,c,d,e,f)
9	0.9975543531	75	8164 EMG_(a,b,c,d)
10	0.9972045500	74	8167 GMG(a,b,c,d,e)
11	0.9971234154	105	8058 ADC_(a,b,c,d,e)
12	0.9968886133	33	8177 ExtrVal4T(a,b,c,d,e)
13	0.9968348887	50	8181 InvGamma(a,b,c,d,e)
14	0.9967904581	32	8175 LogNorm4(a,b,c,d,e)
15	0.9966704453	35	8051 Gamma(a,b,c,d,e)
16	0.9966704453	63	8183 ChiSq(a,b,c,d,e)
17	0.9964553602	73	8166 GMG_(a,b,c,d)
18	0.9956001791	32	8176 ExtrVal4T_(a,b,c,d)
19	0.9954567229	49	8180 InvGamma_(a,b,c,d)
20	0.9950234453	62	8182 ChiSq_(a,b,c,d)
21	0.9950234453	34	8050 Gamma_(a,b,c,d)
22	0.9881805087	38	8045 Pearson VII(a,b,c,d,e)
23	0.9873966866	25	8173 Student(a,b,c,d,e)
24	0.9871781787	19	8073 GaussLorXP(a,b,c,d,e)
25	0.9871781726	6	8004 Lorentzian(a,b,c,d)
26	0.9864336234	72	8041 LDR Peak(a,b,c,d)
27	0.9859781015	17	8007 Logistic(a,b,c,d)
28	0.9856835603	18	8072 GaussLorXP_(a,b,c,d)
29	0.9854824018	71	8040 LDR Peak_(a,b,c)
30	0.9852900493	24	8172 Student_(a,b,c,d)
31	0.9852900493	37	8044 Pearson VII_(a,b,c,d)
32	0.9851349962	21	8005 LogNormal(a,b,c,d)
33	0.9850379781	16	8034 Logistic_(a,b,c)
34	0.9850283882	63	8046 SDS_(a,b,c,d)
35	0.9848401172	158	8049 SDC(a,b,c,d,e)
36	0.9847088601	20	8032 LogNormal_(a,b,c)
37	0.9846525280	157	8048 SDC_(a,b,c,d)
38	0.9845276218	14	8003 Gaussian(a,b,c,d)
39	0.9840860607	13	8030 Gaussian_(a,b,c)
40	0.9813774954	25	8006 ExtrVal(a,b,c,d)
41	0.9810135392	58	8065 PulsePow(a,b,c,d,e)
42	0.9783002816	24	8033 ExtrVal_(a,b,c)
43	0.9782795730	33	8179 ExtrVal4F(a,b,c,d,e)
44	0.9779255175	32	8178 ExtrVal4F_(a,b,c,d)
45	0.9774208924	48	8008 ErfcPeak(a,b,c,d)
46	0.9770856032	57	8064 PulsePow_(a,b,c,d)
47	0.9666782972	47	8035 ErfcPeak_(a,b,c)
48	0.9664841186	5	8031 Lorentzian_(a,b,c)
49	0.9467197506	64	8047 SDS(a,b,c,d,e)
50	0.9144868469	66	8061 EmaxPowPk(a,b,c,d)
51	0.9071010275	16	8168 Laplace_(a,b,c)
52	0.9014942780	17	8169 Laplace(a,b,c,d)
53	0.8951869338	16	8036 Pulse_(a,b,c)
54	0.8753519836	65	8060 EmaxPowPk_(a,b,c)
55	0.7962771220	23	8068 IntermedPk_(a,b,c,d)
56	0.7716107019	42	8070 EquilPk_(a,b,c,d,e)
57	0.7608859963	98	8185 FVar(a,b,c,d,e,f)
58	0.7411120570	43	8071 EquilPk(a,b,c,d,e,f)
59	0.6933189886	53	8066 PulseWid2_(a,b,c,d)
60	0.6058165713	24	8069 IntermedPk(a,b,c,d,e)
61	0.6058084551	54	8067 PulseWid2(a,b,c,d,e)
62	0.6053296984	17	8037 Pulse(a,b,c,d)
63	0.5942533980	80	8055 Beta(a,b,c,d,e,f)
64	0.5643497284	77	8053 Weibull(a,b,c,d,e)
65	0.4441446148	28	8063 LgstcPowPk(a,b,c,d,e)