

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЮДЖЕТА ДОХОДОВ ПФР

Выполнил
Студент гр. 768-1
А.М. Ичакаев

Проверил
Старший преподаватель
Е.С. Катаева

ДААННЫЕ

Таблица 2.1 – Данные для анализа

Момент времени	Год	Доходы бюджета ПФР, в млн руб.
1	2010	4610,08
2	2011	5255,64
3	2012	5890,36
4	2013	6388,38
5	2014	6159,06
6	2015	7126,63
7	2016	7625,24
8	2017	8260,07
9	2018	8269,64
10	2019	8780,99
11	2020	10303,33
12	2021	9794,29

СГЛАЖИВАНИЕ

Для облегчения дальнейшего исследования и для выделения трендовой компоненты процесса произведем сглаживание полученного временного ряда с помощью процедуры простой скользящей средней при количестве периодов $m=3$, $m=5$, $m=7$.

			Скользящее среднее			
A11	крит. Значение =	1,5		m=3 p=1	m=5 p=2	m=7 p=3
	Моменты	Годы	A1	Сглаживание1	Сглаживание2	Сглаживание3
	1	2008	360,4763	360,4763	360,4763	360,4763
	2	2009	440,0457	421,4329	440,0457	440,0457
	3	2010	463,7767	487,4724	=СРЗНАЧ(F26:F30)	463,7767
	4	2011	558,5947	551,0516	539,3400	518,1431
	5	2012	630,7835	597,6258	565,2959	543,9725
	6	2013	603,4993	601,3694	580,7970	569,1680
	7	2014	569,8255	571,5356	592,3610	601,7464
	8	2015	541,2822	575,8407	604,5693	626,9815
	9	2016	616,4145	616,5073	630,9175	646,9579
	10	2017	691,8253	681,1599	681,8319	689,8025
	11	2018	735,2400	732,5613	747,3460	735,2400
12	2019	770,6185	803,0900	770,6185	770,6185	
13	2020	903,4116	903,4116	903,4116	903,4116	

Рисунок 2.2 – Скользящее среднее для количества периодов 3, 5 и 7

СГЛАЖИВАНИЕ. ГРАФИКИ

Для дальнейшего исследования был выбран временной ряд, сглаженный простой скользящей средней с количеством периодов равным 3 (количество периодов $m = 3$). Было выбрано сглаживание с количеством периодов 3, так как, таким образом, мы снижаем количество шумов, сглаживая пики.



МОДЕЛЬ КРИВОЙ РОСТА

Воспользуемся надстройкой Анализ данных, инструментом анализа Регрессия и получим коэффициенты модели кривой роста. Проверим их значимость при уровне значимости 0,05. Коэффициенты выделены красным.

Дисперсионный анализ						гипотеза: $R^2 = 0$ отвергаем гипотезу			
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>				
Регрессия	1	32308233,98	32308233,98	2244,837637	4,22988E-13	< 0,05			
Остаток	10	143922,3641	14392,23641						
Итого	11	32452156,34							
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>	
Y-пересечение	4250,305808	73,83498291	57,56493251	6,07467E-14	4085,791214	4414,820402	4085,791214	4414,820402	
Переменная X 1	475,3227389	10,03219866	47,37971757	4,22988E-13	452,9696073	497,6758705	452,9696073	497,6758705	
				коэффициенты значимы					

Линейная модель

$$y = 4250,31 + 475,32 * t$$

ПРОВЕРКА УСЛОВИЙ ГАУССА-МАРКОВА

Для того чтобы регрессионный анализ давал наилучшие из всех возможных результаты, случайная ошибка должна удовлетворять определенным условиям, известным как условия Гаусса-Маркова.

Наиболее важными свойствами остатков являются равенство математического ожидания нулю, независимость последовательных уровней ряда остатков, их случайность и соответствие нормальному закону распределения.

1) несмещенность	tстат=	5,04969E-14
	ткрит=	2,228138852
ткрит > tстат следовательно, шум не смещен, условие выполнено.		

2) случайность			
Остатки	пик?	число пиков $r = 6$ крит.знач. = 3,00	$r > r_{крит}$
-115,5485			
51,0754	0	Шум случаен, условие выполнено.	
168,5193	1		
-5,6634	0		
-68,8962	0		
-131,9322	1		
93,0817	1		
-1,2377	0		
-91,3105	1		
114,4535	0		
147,3474	1		
-159,8887	1		

ПРОВЕРКА УСЛОВИЙ ГАУССА-МАРКОВА

Наличие автокорреляции говорит о том, что каждое следующее значение остатков зависит от предшествующих. По одной из причин, может быть отсутствие фактора, оказывающего существенное влияние на результат, но влияние которого отражается в остатках.

Модель удовлетворяет нормальному распределению.

3) независимость			
Критерий Дарбина-Уотсона			
Остатки	крит.стат. (dw)	1,982481932	Автокорр. есть, шумы не независимы. Модель требует доработки.
-115,5485	порог D1	0,97	
51,0754	порог D2	1,33	
168,5193	dw < D1		
-5,6634			
-68,8962			
-131,9322			
93,0817			
-1,2377			
-91,3105			
114,4535			
147,3474			
-159,8887			

4) нормальность			
RS-критерий			
крит.стат.RS	2,871084052		Нормальное распределение шума
крит.знач.	2,67	3,69	

МОДЕЛЬ БРАУНА

Модель Брауна, в нашем случае, отражает развитие в виде линейной тенденции и имеет два параметра:

- a – значение, близкое к последнему значению ряда;
- b – определяет прирост, сформировавшийся к концу периода наблюдений.

По первым пяти точкам получим начальные значения a и b .
Затем перенесем в таблицу и посчитаем.

	$m=3$ $p=1$								
Моменты	Сглаживание1	at	bt	Прогноз y	Шум e	$ Шум e $	альфа	бета	
0		478,98	4245,2				0,1	0,9	
1	4610,0800	4611,2210	4152,7790	4724,1800	-114,1000	114,1000	0,2	0,8	
2	5252,0267	5287,1464	1308,0806	8764,0000	-3511,9733	3511,9733	0,3	0,7	
3	5844,7933	5852,2977	700,2293	6595,2270	-750,4337	750,4337	0,4	0,6	
4	6145,9333	6149,9993	370,8885	6552,5270	-406,5937	406,5937	0,5	0,5	
5	6558,0233	6557,6520	400,9683	6520,8877	37,1356	37,1356	0,6	0,4	
6	6970,3100	6970,1931	410,4370	6958,6203	11,6897	11,6897	0,7	0,3	
7	7670,6467	7667,7465	645,3504						
8	8051,6500	8054,2645	433,5784						
9	8436,9000	8437,4094	392,3147						
10	9117,9867	9115,1040	625,8074						
11	9626,2033	9627,3504	532,8938						
12	9794,2900	9797,9495	236,4709						

a	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
b	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Esрабс	526,7152	526,2688	525,6008	524,7112	523,5999	522,2669	520,7123	518,9360	516,9381
Esротн	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
an	bn								
9797,9495	236,4709								

Модель Брауна	$y = 9797,9495 + 236,4709 * t$
---------------	--------------------------------

ГРАФИК (МОДЕЛЬ КРИВОЙ РОСТА)

Вычислим точечные значения, вычислим значение U и получим доверительный интервал прогноз. Построим график.

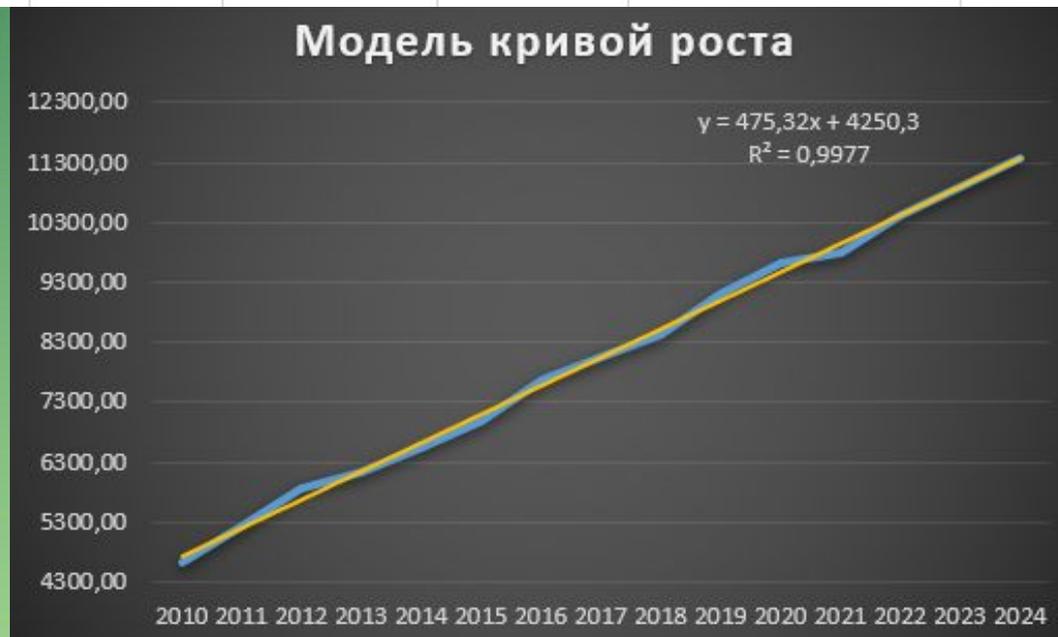
При построении доверительного интервала прогноза рассчитывается величина $U(k)$, которая для линейной модели имеет вид:

$$U(k) = S_e t_\alpha \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(n+k-\bar{t})^2}{\sum_{t=1}^n (t-\bar{t})^2}} \quad (3.2)$$

$$S_e = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (3.3)$$

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ (МОДЕЛЬ КРИВОЙ РОСТА)

	Линейная модель		$y = 4250,31 + 475,32 * t$			
	k	Моменты	Прогноз	U	левая граница	правая граница
2022	1	13	10429,47	10,6236	10418,8464	10440,0936
2023	2	14	10904,79	12,2198	10892,5702	10917,0098
2024	3	15	11380,11	13,8201	11366,2899	11393,9301
			точечный прогноз		интервальный прогноз	



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ (МОДЕЛЬ БРАУНА)

Вычислим точечные значения. Построим график.

$$\hat{y}_{n+k} = a + b(n + k) \quad (3.1)$$

Модель Брауна		$y = 9797,9495 + 236,4709 * t$			Моменты	Сглаживание1
					1	4610,08
					2	5252,03
					3	5844,79
					4	6145,93
					5	6558,02
					6	6970,31
					7	7670,65
					8	8051,65
					9	8436,90
					10	9117,99
					11	9626,20
					12	9794,29
					13	10034,42
					14	10270,89
					15	10507,36

	k	Прогноз
2020	1	10034,4204
2021	2	10270,8913
2022	3	10507,3622

a = 9797,9495
b = 236,4709

ГРАФИК (МОДЕЛЬ БРАУНА)



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ (МОДЕЛЬ ХОЛЬДА)

Вычислим точечные значения. Построим график.

$$\hat{y}_{n+k} = a + b(n + k) \quad (3.1)$$

Метод Хольда		$y = 9968,1513 + 470,74 * t$			Моменты	yt прогноз
					1	-
					2	5089,06
					3	5631,60
					4	6208,39
					5	6696,87
					6	7149,93
					7	7574,60
					8	8090,61
					9	8562,61
					10	8997,27
					11	9516,73
					12	10042,66
					13	10438,89
					14	10909,63
					15	11380,37

	k	Прогноз
2020	1	10438,8913
2021	2	10909,6313
2022	3	11380,3713

a = 9968,1513
b = 470,74

ГРАФИК (МОДЕЛЬ ПО МЕТОДУ ХОЛЬДА)





СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ