

# СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ СРЕДНЕМЕСЯЧНОЙ НАЧИСЛЕННОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ПО ФЕДЕРАЛЬНЫМ ОКРУГАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Н.В. Полетаева

*Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по  
Челябинской области, главный специалист-эксперт, г. Челябинск, Россия*

[74.poletaevanv@rosstat.gov.ru](mailto:74.poletaevanv@rosstat.gov.ru)

Изучение изменений заработной платы является важным инструментом для оценки экономической ситуации и разработки стратегий как на уровне отдельных организаций, так и на уровне государства. Особый интерес представляет анализ реальной заработной платы, которая учитывает инфляцию и позволяет оценить, сколько товаров и услуг может приобрести работник за свои доходы. Данные о реальной заработной плате помогают правительствам разрабатывать эффективные социальные программы и политики, направленные на улучшение благосостояния граждан. Это важно для понимания уровня жизни населения. Сравнение реальной заработной платы между различными регионами помогает выявить экономические диспропорции и неравенство в доходах.

**Целью** данной статьи является формирование статистических моделей временных рядов с 2000 по 2023 год среднемесячной начисленной заработной платы в ценах 2000 года по федеральным округам Российской Федерации.

**Задачи** исследования:

- изучить динамику среднемесячной номинальной начисленной заработной платы на одного работника по полному кругу организаций с 2000 по 2023 год по федеральным округам Российской Федерации;
- выявить реальные изменения с 2000 по 2023 год среднемесячной начисленной заработной платы на одного работника по полному кругу организаций в ценах 2000 года по федеральным округам Российской Федерации;
- составить статистические модели временных рядов с 2000 по 2023 год среднемесячной начисленной заработной платы в ценах 2000 года по федеральным округам Российской Федерации и сделать прогноз на 2024 и 2025 года;
- сравнить статистические модели изменений с 2000 по 2023 год среднемесячной начисленной заработной платы в ценах 2000 года по федеральным округам Российской Федерации;
- интерпретировать результаты и сформулировать выводы.

Изучение данных проводилось при помощи программного кода в Python. Источником информации для исследования является Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [2]. Анализ проведен по данным федеральных округов, по которым есть информация с 2000 года.

Сначала исследуем 6 рядов данных – среднемесячной номинальной начисленной заработной платы на одного работника по полному кругу организаций с 2000 по 2023 год по федеральным округам России (рисунок 1, слева).

Построим линейные модели приведенных рядов и рассмотрим характеристики полученных моделей, приведенные в таблице 1. Проверка качества модели проводится по характеристикам остатков: случайность, нормальность распределения, равенство нулю среднего, независимость между собой [1, с. 79].

Таблица 1. Характеристики линейных моделей  
изменения номинальной начисленной среднемесячной заработной платы

Округ	$b_1$	R-squared	A	Durbin-Watson	Prob (JB)
ЦФО	3674,681	0,951	42,649	0,198	0,0114
ДФО	3298,022	0,969	23,834	0,273	0,000058
СЗФО	3167,458	0,958	31,439	0,208	0,00793
УФО	2909,762	0,968	17,094	0,313	$1,03 \times 10^{-7}$
ПФО	2075,565	0,953	28,514	0,300	$8,95 \times 10^{-7}$
ЮФО	2065,423	0,961	33,043	0,278	$7,27 \times 10^{-5}$

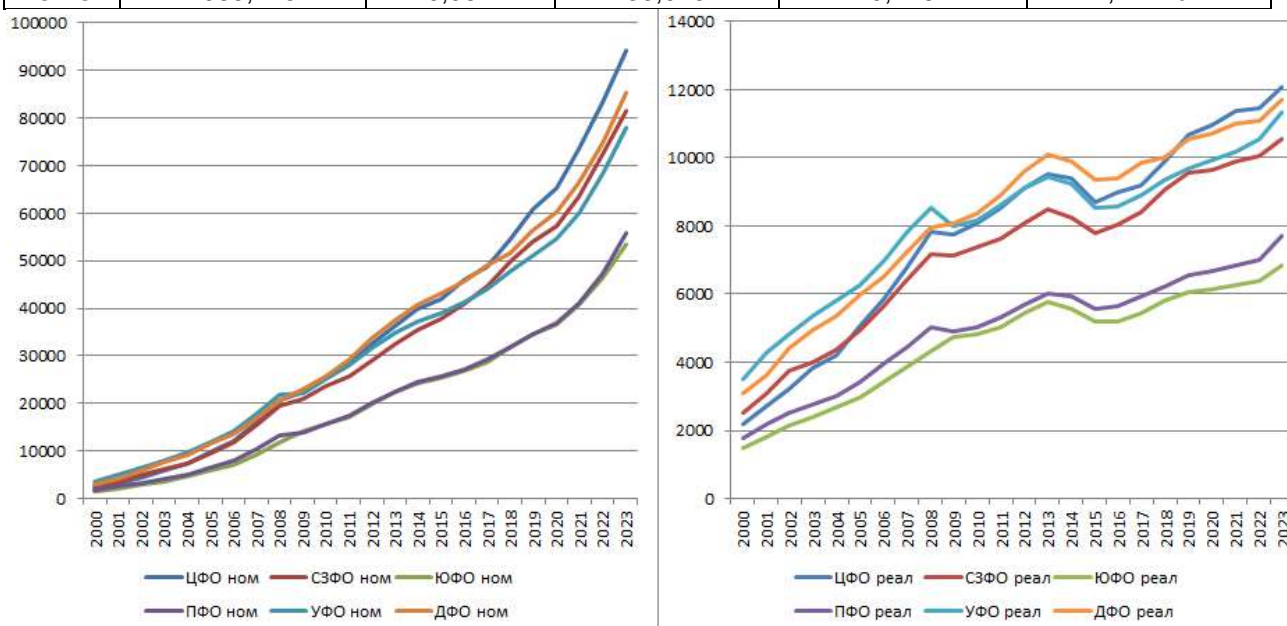


Рисунок 1. Изменение среднемесячной номинальной начисленной заработной платы на одного работника по полному кругу организаций – слева, изменение среднемесячной начисленной заработной платы на одного работника по полному кругу организаций в ценах 2000 года – справа

Линейные модели в пределах заданной значимости  $\alpha$  (0,1) имеют следующие характеристики:

- коэффициент детерминации (R-squared) всех моделей больше 0,7, то есть модельные значения достаточно приближены к эмпирическим;
- ошибка аппроксимации (A) от 10 до 50 % (удовлетворительное качество моделей);
- статистика Дарбина-Уотсона (Durbin-Watson) не находится в пределах от 1,2 до (4-1,2) – интервал отсутствия автокорреляции остатков, то есть остатки зависимы;
- статистика Харке-Бера (Prob (JB)) меньше заданной значимости, следовательно остатки всех моделей не имеют нормального распределения.

Из вышеперечисленного следует, что пользоваться линейными моделями для получения прогнозных значений не стоит. Но для сравнения темпов роста показателя по федеральным округам можно воспользоваться сравнением коэффициентов  $b_1$  при переменной, в таблице 1 данные отсортированы по этому коэффициенту. Самый высокий темп роста в Центральном федеральном округе, самый низкий в Южном федеральном округе.

Повышенный интерес представляет выявление реального роста заработной платы в ценах 2000 года. Этот расчет произведем с помощью индекса потребительских цен [4] по следующей формуле:

$$ЗП_{\text{реал}} = ЗП_{\text{реал пред}} \times \frac{ЗП_{\text{ном пред}}/ЗП_{\text{ном}}}{\text{ИПЦ}}$$

где  $ЗП_{\text{реал}}$  – среднемесячная заработная плата в расчетный период в ценах 2000 года,  $ЗП_{\text{реал пред}}$  – среднемесячная заработная плата в предыдущий период в ценах 2000 года,  $ЗП_{\text{ном пред}}$  – среднемесячная номинальная заработная плата в расчетный период,  $ЗП_{\text{ном}}$  – среднемесячная номинальная заработная плата в предыдущий

период, ИПЦ – индекс потребительских цен в расчетный период,  $\frac{ЗП_{\text{ном пред}}}{ЗП_{\text{ном}}}$  – индекс номинальной среднемесячной начисленной заработной платы в расчетном году,  $\frac{ЗП_{\text{ном пред}}}{ЗП_{\text{ном}} \cdot \text{ИПЦ}}$  – индекс реальной среднемесячной начисленной заработной платы в расчетном году [3].

В итоге получим временные ряды, приведенные в таблице 2 и на рисунке 1, справа. При формировании линейных моделей полученных рядов получили результаты, приведенные в таблице 3. Коэффициент при переменной  $b_1$  уменьшился по сравнению с темпами роста среднемесячной номинальной заработной платы, но, тем не менее увеличение заработной платы в ценах 2000 года к 2023 году имеется в среднем в 3-4 раза, в то время как номинальные показатели возросли в среднем в 30-40 раз. Также самый высокий темп роста в ЦФО, самый низкий в ЮФО. В кризисные годы визуально видим снижение темпов роста среднемесячной номинальной заработной платы, а в ценах 2000 года уже не снижение темпов роста, а уменьшение среднемесячной зарплаты.

Таблица 2. Изменение среднемесячной заработной платы в ценах 2000 года

Год	ЦФО	СЗФО	ЮФО	ПФО	УФО	ДФО	$x_1$	$x_2$
2000	2173,000	2531,500	1481,000	1783,000	3486,500	3113,600	0	1
2001	2739,849	3089,426	1796,788	2167,936	4289,295	3649,486	0	1
2002	3219,588	3737,525	2130,270	2506,049	4810,591	4407,057	0	1
2003	3819,202	4002,930	2391,562	2772,915	5350,446	4937,834	0	1
2004	4222,296	4361,129	2683,958	2999,748	5809,504	5351,472	0	1
2005	5053,258	4947,297	2988,629	3421,918	6267,772	5961,537	0	1
2006	5838,457	5644,447	3415,197	3948,601	6970,276	6529,725	0	1
2007	6816,769	6450,692	3890,172	4451,603	7837,682	7260,687	0	1
2008	7833,459	7190,211	4341,996	5016,412	8517,007	7944,020	0	1
2009	7761,469	7136,976	4752,422	4921,854	7985,550	8071,617	0	0
2010	8075,641	7361,840	4821,920	5027,063	8173,019	8355,778	0	0
2011	8540,940	7622,798	5035,866	5321,205	8609,099	8886,208	0	0
2012	9119,371	8099,151	5431,233	5706,654	9111,390	9608,828	0	0
2013	9534,801	8508,920	5784,400	6030,031	9434,762	10090,843	0	0
2014	9391,482	8238,898	5586,738	5949,569	9215,455	9911,633	0	0
2015	8678,402	7792,420	5197,734	5553,039	8549,715	9343,318	1	1
2016	8976,732	8026,109	5208,204	5644,957	8578,190	9404,193	1	1
2017	9201,854	8427,475	5433,423	5930,615	8883,964	9850,560	1	1
2018	9896,120	9071,676	5796,740	6238,289	9351,933	10020,058	1	1
2019	10675,309	9571,315	6080,278	6566,451	9693,140	10535,231	1	1
2020	10959,102	9642,748	6144,921	6667,392	9940,626	10731,740	1	1
2021	11391,932	9873,244	6268,837	6828,428	10172,334	11013,883	1	1
2022	11449,019	10065,693	6381,141	7015,867	10533,710	11101,954	1	1
2023	12084,235	10561,728	6847,742	7711,094	11330,069	11711,728	1	1

Таблица 3. Характеристики линейных моделей изменения среднемесячной заработной платы в ценах 2000 года

Округ	$b_1$	R-squared	A	Durbin-Watson	Prob (JB)
ЦФО	401,180	0,932	11,405	0,252	0,287
ДФО	343,281	0,923	8,657	0,205	0,483
СЗФО	319,068	0,936	8,837	0,272	0,394
УФО	273,118	0,878	8,852	0,287	0,648
ПФО	226,708	0,936	9,021	0,317	0,318
ЮФО	216,132	0,917	10,669	0,212	0,260

Линейные модели в пределах заданной значимости  $\alpha$  (0,1) имеют следующие характеристики:

- коэффициент детерминации (R-squared) всех моделей больше 0,7;
- ошибка аппроксимации (A) от 8 до 11 % (хорошее качество моделей);
- статистика Дарбина-Уотсона (Durbin-Watson) не лежит в пределах от 1,2 до (4-1,2) – остатки зависимы;

- статистика Харке-Бера (Prob (JB)) больше заданной значимости, следовательно остатки всех моделей имеют нормальное распределение.

Для прогнозирования не стоит пользоваться этими линейными моделями, так как у всех моделей статистика Дарбина-Уотсона не в пределах от 1,2 до 2,8, следовательно остатки зависимы между собой. Для преодоления самого сложного критерия качества, отсутствия автокорреляции остатков, были введены две фиктивные переменные (таблица 2) – смена булевой функции (0,1) в годы уменьшения зарплаты (2009, 2015):

- $x_1$  – первая фиктивная переменная (ЦФО, ДФО, СЗФО, ПФО, ЮФО);
- $x_2$  – вторая фиктивная переменная (УФО).

Методом подбора адекватных характеристик моделей были получены следующие уравнения по федеральным округам:

- ЦФО –  $y=1030,240+818,168t-15,721t^2-5673,589x_1+252,066tx_1$ ;
- ДФО –  $y=2445,100+655,890t-9,115t^2-1443,494x_1$ ;
- СЗФО –  $y=1666,859+698,518t-16,049t^2-5639,100x_1+287,768tx_1$ ;
- УФО –  $y=2789,501+942,641t-41,861t^2+0,031t^4-365,647x_2$ ;
- ПФО –  $y=1183,470+484,190t-14,427t^2+0,282t^3-906,437x_1$ ;
- ЮФО –  $y=952,026+404,151t-5,037t^2-1057,721x_1$ ;

где  $y$  – показатель изменения среднемесячной заработной платы в ценах 2000 года по округу,  $t$  – переменная времени (1, 2, 3...),  $x_1$  – первая фиктивная переменная,  $x_2$  – вторая фиктивная переменная. Все модели имеют адекватные характеристики и прошли все критерии качества (таблица 4).

Модели при заданной значимости  $\alpha$  (0,1) имеют следующие характеристики:

- коэффициент детерминации всех моделей больше 0,7;
- ошибка аппроксимации меньше 4% (отличное качество моделей);
- статистика Дарбина-Уотсона находится в пределах от 1,2 до 2,8;
- статистика Харке-Бера (Prob (JB)) больше заданной значимости.

Все модели прошли критерии качества и допустимы для прогноза. Смоделированные значения представлены на рисунке 2 и в таблице 5. По всем моделям спрогнозирован рост среднемесячной заработной платы в ценах 2000 года.

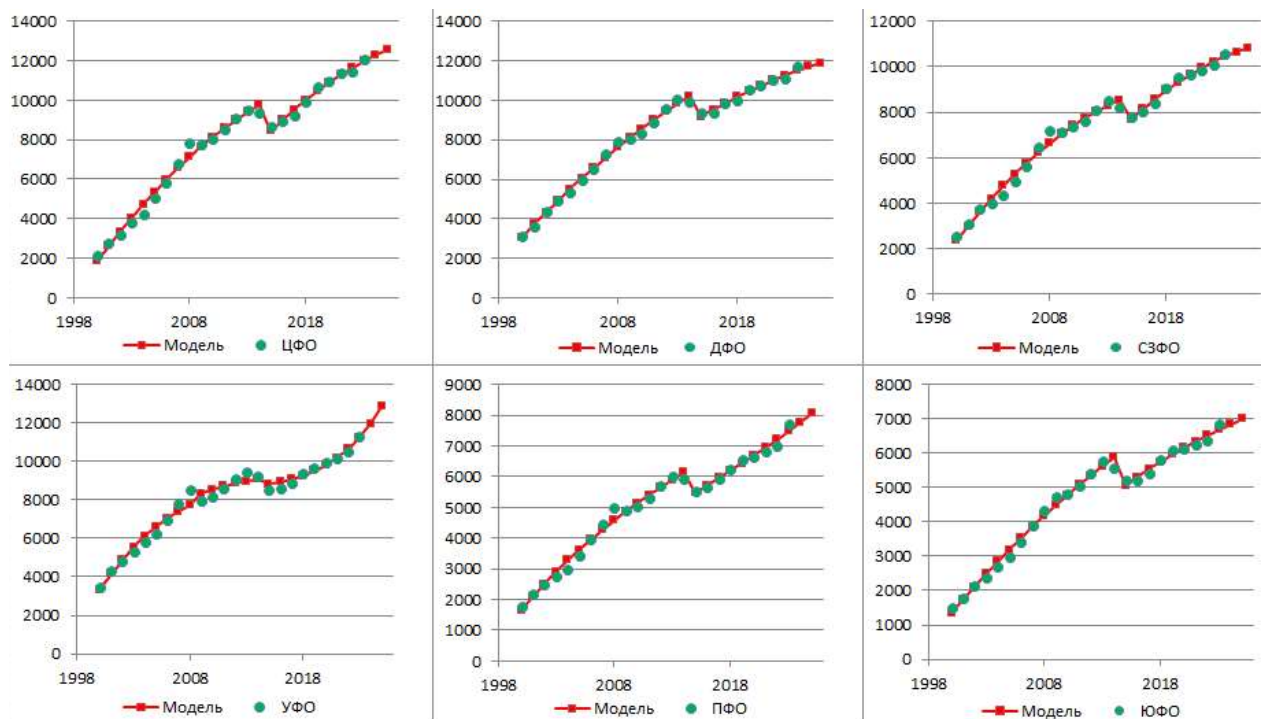


Рис. 2. Математические модели временных рядов с 2000 по 2025 год среднемесячной начисленной заработной платы в ценах 2000 года

У всех моделей смена булева значения фиктивной переменной в 2015 году показала снижение показателя, и это полностью отражает реальные значения зарплаты. Исключением является модель УФО, у которой самое сложное уравнение из-за снижения темпов роста зарплаты в 2009, а затем – повышения в 2015 году. Коэффициент при постоянной  $b_0$  у УФО самый высокий (таблица 4), так как до 2010 года в УФО был самый высокий уровень зарплаты. Затем произошло смещение приоритетов на Дальневосточный федеральный округ и Центральный федеральный округ, и в этих округах возрос уровень среднемесячной заработной платы, а уровень зарплат в УФО оказался на третьем месте.

Таблица 4. Характеристики моделей изменения среднемесячной заработной платы в ценах 2000 года

Округ	$b_0$	R-squared	A	Durbin-Watson	Prob (JB)
ЦФО	1030,240	0,992	3,625	1,330	0,604
ДФО	2445,100	0,996	1,524	2,285	0,799
СЗФО	1666,859	0,992	2,889	1,330	0,872
УФО	2789,501	0,979	3,116	1,279	0,288
ПФО	1183,470	0,991	2,864	1,373	0,430
ЮФО	952,026	0,993	2,868	1,707	0,766

Таблица 5. Модели и прогноз среднемесячной заработной платы в ценах 2000 года

Год	ЦФО	СЗФО	ЮФО	ПФО	УФО	ДФО
2000	1832,687	2349,327	1351,140	1653,516	3324,666	3091,875
2001	2603,692	2999,697	1740,179	2096,398	4142,190	3720,419
2002	3343,255	3617,967	2119,143	2513,808	4877,547	4330,732
2003	4051,375	4204,139	2488,033	2907,438	5532,604	4922,815
2004	4728,053	4758,212	2846,847	3278,979	6109,976	5496,667
2005	5373,289	5280,186	3195,587	3630,123	6613,023	6052,289
2006	5987,082	5770,062	3534,252	3962,560	7045,853	6589,680
2007	6569,434	6227,838	3862,842	4277,984	7413,321	7108,841
2008	7120,342	6653,516	4181,357	4578,084	7721,027	7609,771
2009	7639,809	7047,095	4489,797	4864,554	8340,968	8092,470
2010	8127,833	7408,575	4788,163	5139,083	8548,945	8556,939
2011	8584,415	7737,956	5076,453	5403,364	8718,447	9003,177
2012	9009,555	8035,239	5354,669	5659,088	8858,062	9431,184
2013	9403,252	8300,423	5622,810	5907,946	8977,128	9840,961
2014	9765,507	8533,508	5880,876	6151,631	9085,725	10232,508
2015	8455,792	7698,789	5071,146	5485,396	8829,037	9162,329
2016	9007,229	8155,445	5309,063	5723,807	8949,935	9517,415
2017	9527,224	8580,002	5536,904	5962,118	9095,093	9854,269
2018	10015,776	8972,460	5754,671	6202,022	9277,584	10172,893
2019	10472,886	9332,819	5962,363	6445,209	9511,223	10473,287
2020	10898,554	9661,080	6159,980	6693,372	9810,575	10755,450
2021	11292,779	9957,241	6347,522	6948,200	10190,950	11019,382
2022	11655,562	10221,304	6524,989	7211,387	10668,406	11265,084
2023	11986,903	10453,268	6692,382	7484,623	11259,747	11492,555
2024	12286,801	10653,134	6849,700	7769,600	11982,525	11701,796
2025	12555,258	10820,900	6996,942	8068,009	12855,037	11892,805

Итак, в ходе проведенного исследования получены результаты:

- реальных изменений с 2000 по 2023 год среднемесячной начисленной заработной платы в ценах 2000 года по федеральным округам Российской Федерации;

- сравнения темпов роста с 2000 по 2023 год среднемесячной начисленной заработной платы в ценах 2000 года по федеральным округам Российской Федерации;

- построения математических моделей временных рядов с 2000 по 2023 год среднемесячной начисленной заработной платы в ценах 2000 года по федеральным округам Российской Федерации и сделан прогноз на 2024 и 2025 года.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. *Шанченко Н. И.* Лекции по эконометрике: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (в экономике)» / – Ульяновск: УлГТУ, 2008. –139 с.
2. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – URL: <http://rosstat.gov.ru/emiss>
3. Официальный сайт Росстата – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zaynullina-12122019.pdf>
4. Официальный сайт Росстата – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/price>