

Кошелева Д.И., Кузнецова А.Е., студенты 4 курса экономического факультета
Ростовского филиала Российской таможенной академии,
Ростов-на-Дону, Россия;
diana.kosheleva.2001@bk.ru, kuznetsovanet@mail.ru

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Цвиль М.М., научный руководитель, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры информатики и информационных таможенных технологий
РТА РФ, Ростов-на-Дону, Россия;
tsvilmm@mail.ru

Аннотация: В статье проводится эконометрический анализ объемов средней номинальной начисленной заработной платы в Российской Федерации за 2018-2021 гг. По квартальным данным строится мультипликативная модель временного ряда. Полученная модель послужила основой для расчета прогноза объемов заработной платы на 1 полугодие 2022 года. Для улучшения качества прогнозирования использовался метод введения фиктивных переменных.

Ключевые слова: временной ряд, сезонность, заработная плата, прогноз, линейный тренд, фиктивные переменные, мультипликативная модель.

Kosheleva D.I., Kuznetsova A.E., 4th year students of economic faculty
RCA of Russian Federation,
Rostov-on-Don, Russia;
diana.kosheleva.2001@bk.ru, kuznetsovanet@mail.ru

ECONOMETRIC MODELING OF WAGE VOLUMES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Tsvil M.M., scientific adviser, candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor of the Department of informatics and information customs
technologies of the Russian Customs Union, Rostov-on-Don, Russia;
tsvilmm@mail.ru

Abstract: The article econometric analysis of the volume of average nominal accrued wages in the Russian Federation for 2018-2021. Based on quarterly data a multiplicative model of a time series is constructed. The resulting model served as the

basis for calculating the forecast of wage values for the 1st half of 2022. To improve the quality of forecasting, the method of introducing fictitious variables was used.

Keywords: time series (TSE), seasonality, wages, forecast, linear trend, fictitious variables, multiplicative model.

В современных постоянно меняющихся условиях, особенно характеризующихся нестабильностью экономического развития как на макроуровне, так и на уровне отдельных организаций, важным и многосторонним аспектом представляется заработная плата. Она выступает как показатель ситуации на рынке труда в стране, который зависит от множества факторов, таких как политические угрозы, темпы роста экономики, развитие цифровизации и иные характерные вызовы и проблемы современной России. Оплата труда повышает производственные мощности страны и может влиять на спрос и предложение рабочей силы, и, главное, можно проследить прямую зависимость размера заработной платы и уровня жизни населения.

Данные факты позволяют утверждать важность и необходимость эконометрического анализа оплаты труда, который в будущем может выступать основой для построения причинно-следственных связей в аналитических работах. Действительно, эконометрические модели используются в качестве инструмента для эффективного анализа и прогнозирования экономических систем, что обуславливает возможность предвидения и контроля экономической ситуации [1].

Заработная плата – специфический показатель, который необходимо рассматривать в динамике. Поэтому для сезонного сравнения следует выбрать и проанализировать период 2018-2021 гг.

Данные о среднемесячной номинальной начисленной заработной плате работников по всем организациям в Российской Федерации за 2018-2021 гг., которые размещены на официальном сайте Росстата, можно отразить в табл. 1 [2].

Средняя номинальная начисленная заработная плата работников в Российской Федерации по кварталам за 2018-2021 гг., тыс.руб.[2]

Квартал	Средняя заработная плата, тыс.руб.
1	40 691
2	44 477
3	41 830
4	46 850
5	43 944
6	48 453
7	45 726
8	51 684
9	48 390
10	50 784
11	49 021
12	56 044
13	52 143
14	57 275
15	54 133
16	62 828

Для наглядности данных необходимо построить график, на котором будет отражена динамика значений заработной платы по кварталам, начиная с 2018 года (рис. 1).



Рис. 1. Динамика объемов среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников в Российской Федерации по кварталам за 2018-2021 гг., тыс.руб.

Исходя из полученных данных, отраженных в таблице и на диаграмме, можно заметить, что амплитуда сезонных колебаний не постоянна – она увеличивается с ростом. Как видно, в 1 и 3 кварталах значение зарплаты было наименьшим, в то время как 2 и 4 кварталы демонстрировали повышение показателей, однако во 2 квартале 2020 года мы видим незапланированное отличающееся снижение объемов. В целом, объем заработной платы изменился в положительную сторону на 22 137 тыс.руб. Полученные сведения доказывают факт соответствия данного ряда значений адекватной мультипликативной модели.

В таком случае возможно применение мультипликативной модели временного ряда, согласно которой: $y_t = T_t * S_t * \varepsilon_t$, где T – трендовая, S – сезонная, ε – случайная компоненты. Для этого необходимо [3]:

1. С помощью метода скользящей средней провести сглаживание исходного уровня ряда и рассчитать значения сезонной компоненты.

2. Определить трендовую компоненту T в модели, при этом разделив каждый уровень временного ряда на соответствующие значения сезонной компоненты.

3. Найти аналитическое выравнивание уровней ($T * E$).

4. Следующим шагом будет прогнозирование значений заработной платы на 1 квартал 2022 года.

В табл. 2 продемонстрированы расчеты по исходным данным скользящей средней за 4 года, а также расчеты центрированной средней и оценки сезонной компоненты.

Таблица 2

Расчет оценки сезонной компоненты заработной платы

t	y	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной компоненты
1	40 691			
2	44 477			
3	41 830	43 462,00	43 868,63	0,9535
4	46 850	44 275,25	44 772,25	1,0464
5	43 944	45 269,25	45 756,25	0,9604

Продолжение таблицы 2

6	48 453	46 243,25	46 847,50	1,0343
7	45 726	47 451,75	48 007,50	0,9525
8	51 684	48 563,25	48 854,63	1,0579
9	48 390	49 146,00	49 557,88	0,9764
10	50 784	49 969,75	50 514,75	1,0053
11	49 021	51 059,75	51 528,88	0,9513
12	56 044	51 998,00	52 809,38	1,0613
13	52 143	53 620,75	54 259,75	0,9610
14	57 275	54 898,75	55 746,75	1,0274
15	54 133	56 594,75		
16	62 828			

Далее, опираясь на значения оценки S компоненты, определим скорректированную сезонную компоненту, значения которой отражены в табл. 3. После расчетов скорректированные сезонные компоненты составили в очередной последовательности:

- за 1 квартал 0,9669;
- за 2 квартал 1,0234;
- за 3 квартал 0,9534;
- за 4 квартал 1,0563.

Сумма данных компонент равна числу кварталов, то есть 4, что подтверждает верно произведенные расчеты.

Таблица 3

Расчет значений сезонной компоненты

Год	I	II	III	IV		
1	-	-	0,9535	1,0464		
2	0,9604	1,0343	0,9525	1,0579		
3	0,9764	1,0053	0,9513	1,0613		
Итого за квартал	2,8978	3,0670	2,8573	3,1656	Сумма средней оценки	Среднее суммы средней оценки
Средняя оценка сезонной компоненты	0,9659	1,0223	0,9524	1,0552	4,00	1,001022788
Скорректированная сезонная компонента	0,9669	1,0234	0,9534	1,0563	4,00	

На следующем этапе производится деление уровней рассматриваемого ряда на соответствующие значения S компоненты, тем самым получая выражение $T \cdot E = Y/S$, содержащее в себе только имеющуюся тенденцию и случайную компоненту. Подобными действиями сводится к минимуму влияние S компоненты. Данные расчеты отражены в табл. 4.

Таблица 4

Расчет выравненных значений T и ошибок E

t	y_t	S_i	y_t/S_i	T	$T \cdot S_i$	$E = y_t - (S \cdot T)$	E^2
1	40 691	0,9669	42 082,82	42 082,82	40 691,00	0,0000	0,00
2	44 477	1,0234	43 460,72	42 421,82	43 413,81	1 063,1926	1 130 378,45
3	41 830	0,9534	43 873,66	43 873,66	41 830,00	0,0000	0,00
4	46 850	1,0563	44 354,19	44 617,11	47 127,72	-277,7185	77 127,55
5	43 944	0,9669	45 447,09	45 447,09	43 944,00	0,0000	0,00
6	48 453	1,0234	47 345,86	46 812,41	47 907,07	545,9266	298 035,82
7	45 726	0,9534	47 960,01	47 910,06	45 678,38	47,6182	2 267,49
8	51 684	1,0563	48 930,67	49 007,71	51 765,37	-81,3736	6 621,66
9	48 390	0,9669	50 045,16	50 105,36	48 448,21	-58,2076	3 388,12
10	50 784	1,0234	49 623,60	51 203,01	52 400,34	-1 616,3394	2 612 553,15
11	49 021	0,9534	51 415,99	52 300,66	49 864,46	-843,4615	711 427,32
12	56 044	1,0563	53 058,40	53 398,31	56 403,03	-359,0287	128 901,61
13	52 143	0,9669	53 926,53	54 495,96	52 693,59	-550,5922	303 151,74
14	57 275	1,0234	55 966,29	55 593,61	56 893,61	381,3946	145 461,82
15	54 133	0,9534	56 777,74	56 691,25	54 050,54	82,4588	6 799,45
16	62 828	1,0563	59 481,01	57 788,90	61 040,68	1 787,3162	3 194 499,13

Для того, чтобы проанализировать построенную модель, воспользуемся инструментом «Анализ данных» в MS Excel, что позволит нам по результатам регрессионной статистики и дисперсионного анализа на основании соответствующих показателей обосновать статистическую значимость рассматриваемой модели.

Благодаря использованию регрессионной статистики и дисперсионного анализа нам удастся выяснить, соответствует ли рассматриваемая модель, которая выражает зависимость между переменными, экспериментальным данным, а также достаточно ли объясняющих переменных, включенных в уравнение, для описания зависимой переменной [3].

Результаты регрессионного анализа представлены на рис. 2.

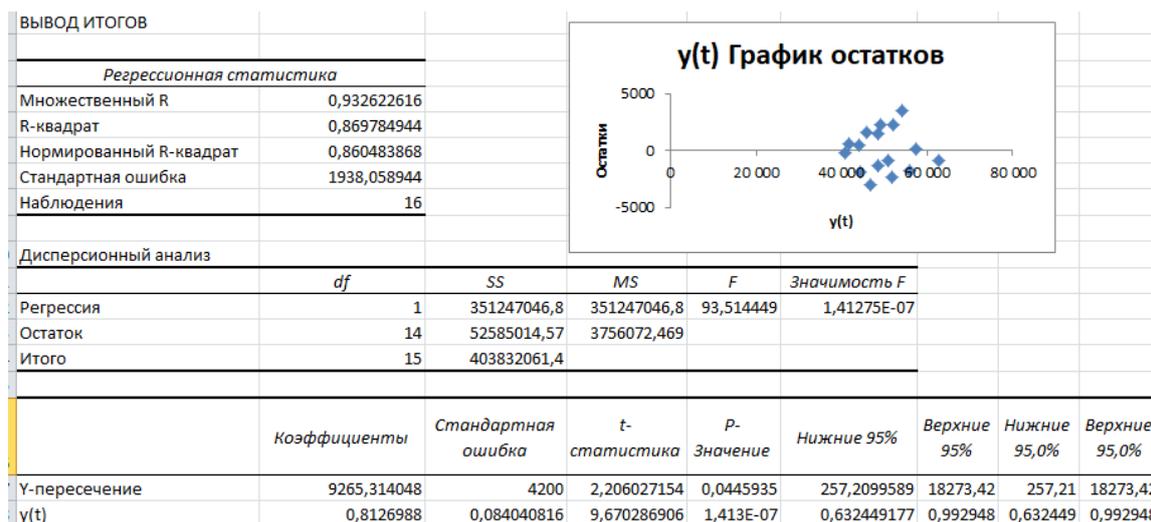


Рис. 2. Показатели регрессионной статистики и дисперсионного анализа

На основании рис. 2 можно заметить, что $R^2 = 0,8698$, а $F_{\text{факт}} = 93,5144$, что может свидетельствовать хоть и о незначительном, но, тем не менее, решающем влиянии неучтенных факторов. Целесообразнее для получения точного прогноза значений применять максимально качественную модель.

Следовательно, по результатам проделанных расчетов правомерно использование аналитического выравнивания, направленного на подбор модели тренда, которая наиболее достоверно описывает поведение уровней ряда во времени. С этой целью рассмотрим модель тренда с фиктивными переменными, способными оценить влияние значений количественных переменных и уровней качественных признаков с помощью одного уравнения регрессии [4].

Введем фиктивные переменные: $z_1 = 1$ для $t = 2$ и $z_1 = 0$ для остальных t , $z_3 = 1$ для $t = 3$ и $z_3 = 0$ для остальных t , $z_5 = 1$ для $t = 11$ и $z_5 = 0$ для всех остальных t (табл. 5).

Таблица 5

Данные среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников в Российской Федерации по кварталам за 2018-2021 гг. с фиктивными переменными, тыс.руб.

y/S	t	z1	z3	z5
42 082,82	1	1	0	0
43 460,72	2	0	0	0
43 873,66	3	0	1	0
44 354,19	4	0	0	0
45 447,09	5	0	0	1
47 345,86	6	0	0	0
47 960,01	7	0	0	0
48 930,67	8	0	0	0
50 045,16	9	0	0	0
49 623,60	10	0	0	0
51 415,99	11	0	0	0
53 058,40	12	0	0	0
53 926,53	13	0	0	0
55 966,29	14	0	0	0
56 777,74	15	0	0	0
59 481,01	16	0	0	0

Следующим шагом снова построим регрессию с помощью программного комплекса MS Excel с целью проверки статистической значимости показателей регрессионной статистики, которые в дальнейшем позволят судить о качестве модели (рис. 3).

Вывод итогов								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,989830736							
R-квадрат	0,979764886							
Нормированный R-квадрат	0,972406663							
Стандартная ошибка	861,8999958							
Наблюдения	16							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	4	395660473,8	98915118,44	133,1523753	3,08315E-09			
Остаток	11	8171587,631	742871,6028					
Итого	15	403832061,4						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	40226,51808	615,5955614	65,34569221	1,33656E-15	38871,60138	41581,43	38871,60138	41581,43
t	1097,649089	58,06869258	18,90259691	9,78239E-10	969,8407585	1225,457	969,8407585	1225,457
z1	758,6528491	1029,231901	0,737105844	0,476486373	-1506,67129	3023,977	-1506,67129	3023,977
z3	354,1965832	976,9993643	0,362535121	0,723821524	-1796,164519	2504,558	-1796,16452	2504,558
z5	-267,6758927	936,3295333	-0,28587787	0,780283455	-2328,5233	1793,172	-2328,5233	1793,172

Рис. 3. Показатели регрессионной статистики и дисперсионного анализа модели с фиктивными переменными

Анализируя рис. 3, можно сказать, что после введения фиктивных переменных качество модели значительно улучшилось. Данный вывод следует из показателей, равных $R^2 = 0,9798$ и $F_{\text{факт}} = 133,1524$ (при $F_{\text{табл}} = 3,36$) [5].

Следовательно, линейный тренд будет выглядеть следующим образом:

$$T = 40226,52 + 1097,65*t + 758,65*z_1 + 354,20*z_3 - 267,68*z_5.$$

Модель ряда, в свою очередь, будет иметь вид:

$$\hat{Y} = T * S_i, \text{ то есть}$$

$$\hat{Y} = (40226,52 + 1097,65*t + 758,65*z_1 + 354,20*z_3 - 267,68*z_5) * S_i.$$

Для наглядности представим на графике объемы заработной платы в России за период 2018-2021 гг. в млрд. руб., для этого вынесем на график фактические объемы оплаты труда (y_t) и предсказанные значения $T*S$ для отражения влияния сезонной компоненты (рис. 4). Как видно, данные значения практически совпадают.



Рис. 4. Объемы среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников в Российской Федерации по кварталам за 2018-2021 гг., тыс.руб.

После проведенных расчетов случайной компоненты модели, доля ошибки E равняется 0,01621 или 1,62%, что, в свою очередь, доказывает объяснимость 98,38% дисперсии уровней рассматриваемого ряда мультипликативной моделью.

Следующим шагом будет прогнозирование объемов заработной платы в России за 1 полугодие 2022 года.

Предполагаемая заработная плата составит:

$$T_{17} = 40\,226,52 + 1\,097,65 \cdot 17 = 58\,886,57;$$

$$T_{18} = 40\,226,52 + 1\,097,65 \cdot 18 = 59\,984,22;$$

$$\hat{Y}_{17} = T_{17} \cdot S_1 = 58\,886,57 \cdot 0,9669 = 56\,938,99361;$$

$$\hat{Y}_{18} = T_{18} \cdot S_2 = 59\,984,22 \cdot 1,0234 = 61\,386,89018.$$

Следовательно, объемы оплаты труда за 1 полугодие 2022 года составят:
 $(T_{17} \cdot S_1) + (T_{18} \cdot S_2) = 56\,938,99361 + 61\,386,89018 = 118\,325,88$ тыс.руб.

Подводя итоги, можно утверждать, что благодаря полученному уравнению линейного тренда мультипликативной модели удалось рассчитать прогнозные значения среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников в Российской Федерации на 1 полугодие 2022 года.

Список литературы:

1. Сухонова О.Н., Ментюкова О.В. Эконометрические модели как инструмент анализа в управлении экономическими системами // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2016. № 1 (17). С. 132–133.
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 24.11.2022).
3. Цвиль М.М. Эконометрика: конспекты лекций по учебной дисциплине Ростов н/Д: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2012. 86 с.
4. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: учебник для студентов вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2010. 117 с.
5. Хайруллина О.И., Баянова О.В. Эконометрика: базовый курс: учебник. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2019. 176с.

References:

1. Sukhanova O.N., Mentuykova O.V. Econometric models as an analysis tool in the management of economic systems // Models, systems, networks in economics, technology, nature and society. 2016. No. 1 (17). pp. 132-133.
2. Official website of the Federal State Statistics Service [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (accessed: 11.24.2022).
3. Tsvil M.M. Econometrics: lecture notes on the academic discipline. Rostov n/A: Russian Customs Academy, Rostov branch, 2012. 86 p.
4. Kremer N.S., Putko B.A. Econometrics: textbook for university students. M.: UNITY-DANA. 2010. 117 p.
5. Khairullina O.I., Bayanova O.V. Econometrics: basic course: textbook. Perm: CPI "Prokrost", 2019. 176 p.