

УДК 330.43(075.8)

UDC 330.43(075.8)

Е.С. ФИЛОНОВА

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и информатики Орловского филиала Финансового университета при Правительстве РФ
E-mail: kodium.orel@yandex.ru

E.S. FILONOVA

candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of mathematics and informatics Orel branch Financial University under the Government of the Russian Federation
E-mail: kodium.orel@yandex.ru

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ: РАЗНООБРАЗИЕ МЕТОДОВ И ЕДИНСТВО РЕЗУЛЬТАТОВ

ECONOMIC FORECASTING: VARIETY OF METHODS AND UNITY OF RESULTS

Основным инструментом экономической науки в настоящее время являются временные ряды. В статье рассматривается временной ряд среднедушевых денежных доходов населения России с 2000 по 2012 гг. Анализируется динамика ряда и составляется прогноз показателя на четыре квартала вперед. Предлагаются различные варианты моделирования с целью получения наиболее точных прогнозных оценок среднедушевых доходов.

Ключевые слова: временной ряд, экономическое прогнозирование, тренд-сезонная модель, корреляционный анализ, регрессионный анализ.

The main tool of economic science now are temporary ranks. In article a time number of the average per capita monetary income of the population of Russia from 2000 to 2012 is considered. Dynamics of a row is analyzed and the forecast of an indicator for four quarters forward is formed. Various options of modeling for the purpose of receiving the most exact projections of the average per capita income are offered.

Keywords: a time row, economic forecasting, trend-seasonal model, the correlation analysis, the regression analysis.

Большинство экономических показателей изменяется во времени, то есть может быть представлено в виде временных рядов. В настоящее время временные ряды – это один из основных инструментов экономической науки.

Конечная цель анализа и моделирования временных рядов – получение надежных экономических прогнозов.

Рассмотрим своеобразный даже с точки зрения визуального восприятия графика временной ряд среднедушевых денежных доходов (СДД) населения России с 2000 по 2012 гг.¹ (рис.1, 2).

Поставим задачу получения надежных прогнозов уровня среднедушевых денежных доходов населения России на четыре квартала вперед, то есть на 2013 г. Предложим различные варианты моделирования, стремясь при этом к наибольшему совпадению прогнозных оценок.

В работе [3] тщательно исследовались структура и особенности временного ряда СДД. В частности, было установлено, что ряд является нестационарным и имеет выраженную цикличность. Для прогнозирования такого показателя оказалось целесообразным использовать тренд-сезонную мультипликативную модель типа ARIMA $(p, q, d) \cdot (P, Q, D)_s$. Видим, что в данной модели учитываются сезонные колебания с лагом s , который для месячных данных равен 12, для квартальных

– 4. Смысл параметров (P, Q, D) аналогичен параметрам (p, q, d) модели ARIMA для несезонных процессов. Для ряда СДД в работе [3] получен следующий набор параметров модели ARIMA – $(0, 1, 0) \cdot (2, 1, 2)_4$.



Рис. 1. Среднедушевые денежные доходы населения России за период с 2000 по 2012 гг. (ежемесячные данные в рублях за месяц).

¹ Все используемые в работе фактические данные получены на сайте Национального исследовательского университета Высшая школа экономики www.hse.ru.



Рис. 2. Среднедушевые денежные доходы населения России за период с 2000 по 2012 гг. (квартальные данные в рублях за месяц)

Фрагмент отчета, включающий модель, уровень ее точности и результаты прогнозирования на 4 квартала² вперед представлены на рисунке 3³.

АРИСС(0, 1,0)x(2,1,2)			
Относительная ошибка	3.130		
Уравнение значимо с вероятностью 0.95			
Таблица прогнозов (p = 80%)			
1	27064.807	26133.080	27996.533
2	21221.180	20288.607	22153.752
3	24430.867	23498.293	25363.441
4	25013.609	24081.035	25946.184

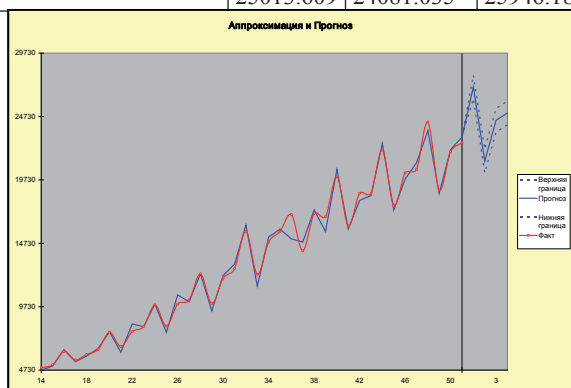


Рис. 3. Отчет программы VSTAT по результатам моделирования и прогнозирования временного ряда СДД (фрагмент).

Упреждение	Факт	Прогноз	Нижняя граница	Верхняя граница	Абс. откл-ние	Отн. откл-ние
1	18947.400	19986.412	18793.674	21179.150	-1039.012	-5.484
2	21948.000	22547.090	21353.504	23740.676	-599.090	-2.730
3	22650.801	22413.469	21219.883	23607.055	237.332	1.048

Характеристика	Абсолют. значение	Относит. значение (%)
Среднее значение	-466.923	-2.388
Среднеквадратическое отклонение	529.380	2.677
Средний модуль ошибки	625.145	3.087

Отчет программы позволяет сделать вывод о хороших аппроксимирующих свойствах полученной модели. Ее прогностические свойства можно оценить, используя ретропрогноз. Соответствующие результаты представлены на рисунке 4.

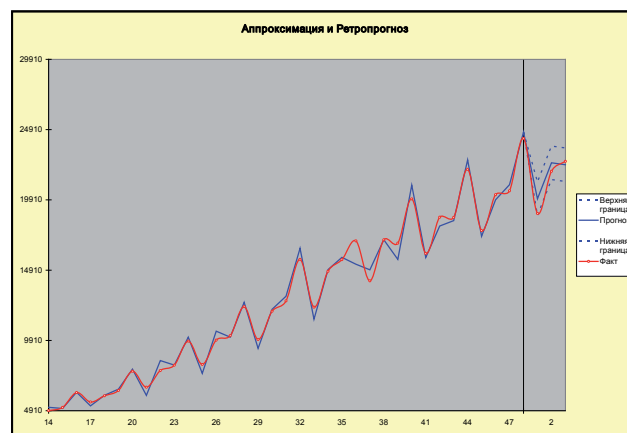


Рис. 4. Результаты ретропрогноза.

Таким образом, достигнута первая из поставленных задач: найдены прогнозные оценки СДД, которым вполне можно доверять.

Теперь перейдем к решению следующей задачи: подберем совершенно иные способы моделирования, но дающие те же (или почти те же) прогнозы значений исследуемого показателя.

В эконометрических исследованиях кроме моделей временных рядов рассматривают также различные виды регрессионных моделей.

Важной задачей, предшествующей регрессионному анализу, является выбор информативных факторов для включения в модель. Различные способы отбора таких факторов рассмотрены в работах [1], [2], [4].

Начинать подбор факторов можно с анализа постулатов экономической теории, согласно которым, например, уровень СДД безусловно зависит от уровня валового внутреннего продукта (ВВП).

Воспользуемся фактическими значениями ВВП за период с 2003 по 2012 гг. (рисунок 5).

² Далее будем рассматривать квартальные данные СДД.

³ Все результаты, представленные в данной статье, получены с помощью пакета прикладных программ VSTAT, предназначенного для обработки статистических данных.

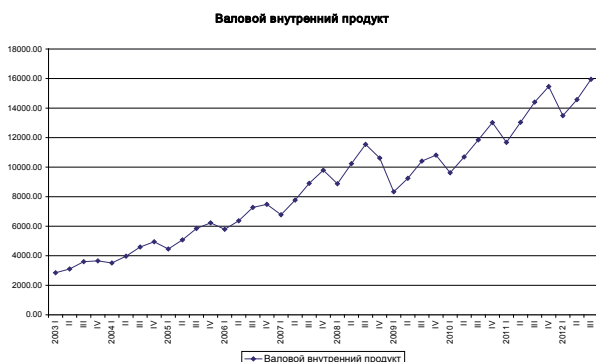


Рис. 5. Валовой внутренний продукт России за период с 2003 по 2012 гг. (квартальные данные в млрд. руб.)

Нестационарность данных не позволяет применять к ним процедуры корреляционно-регрессионного анализа. Однако на совместном графике СДД и ВВП (рисунок 6) видно совпадение тенденций за рассматриваемые 10 лет, что дает основания предполагать наличие между ними коинтеграции, то есть их линейная комбинация вполне может быть стационарной.

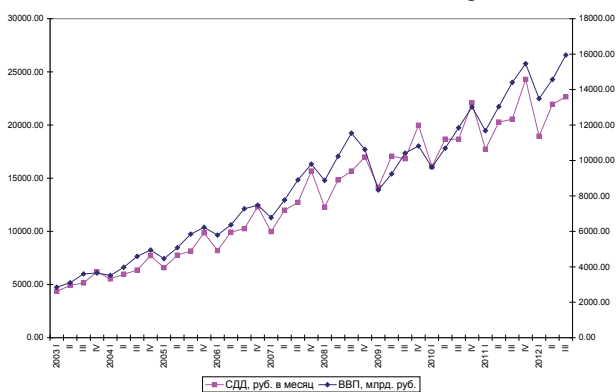


Рис. 6. Двухосный график СДД и ВВП.

Корреляционный анализ данных ($r = 0,98$) и корреляционное поле (рисунок 7) показывают прямую тесную связь между переменными СДД и ВВП.



Рис. 7. Корреляционное поле переменных СДД и ВВП.

Фрагменты парного регрессионного анализа представлены на рисунке 8⁴.

Выбрана функция $Y(X)=$ $(+2196.408)*(+1.000)**X*(+1.000)**(X*X)$	
Относительная ошибка	5.81
Таблица прогнозов ($p = 80\%$)	

4 Прогнозные значения фактора ВВП получены с помощью наиболее подходящей модели класса ARIMA.

Упреждение	Прогноз	Нижняя граница	Верхняя граница
1	22255.25	20777.68	23837.90
2	22122.81	21246.89	23034.84
3	22352.45	21252.24	23509.62
4	22326.00	20941.24	23802.32

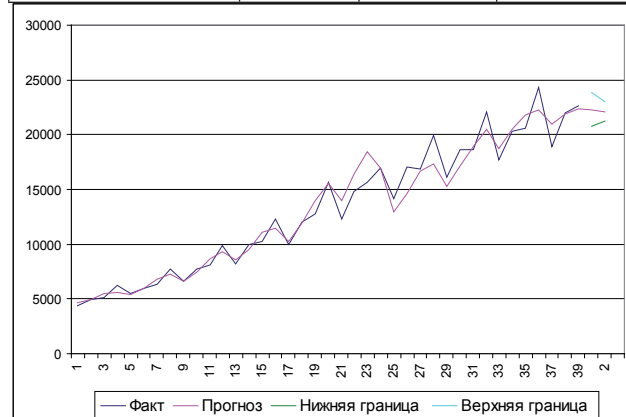


Рис. 8. Фрагменты парного регрессионного анализа.

Видим недостаточный уровень точности модели, отсутствие сезонной волны в прогнозируемом периоде и полное несоответствие прогнозных оценок СДД полученным ранее результатам.

Движемся дальше и добавляем в рассмотрение еще один фактор – инвестиции в основной капитал (ИОК) (рисунок 9).

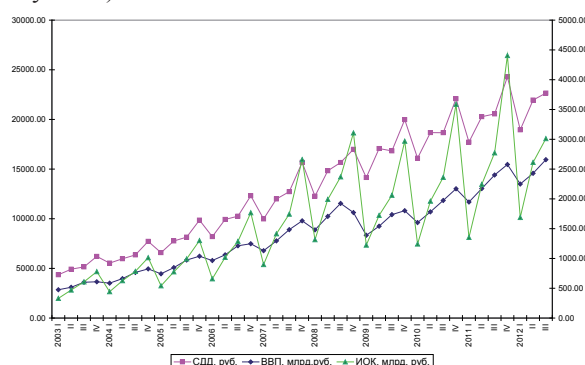


Рис. 9. Графики СДД, ВВП, ИОК.

На графике прослеживается совпадение вершин циклов изменения всех трех переменных во времени.

Фрагменты корреляционного анализа трех переменных представлены на рисунке 10.

Матрица парных корреляций			
Переменная	1.СДД	2.ВВП	3.ИОК
1.СДД	1.00	0.98	0.90
2.ВВП	0.98	1.00	0.87
3.ИОК	0.90	0.87	1.00
Критическое значение на уровне 95% при 37 степенях свободы = +0.2680			
Матрица частных корреляций			
Переменная	1.СДД	2.ВВП	3.ИОК
1.СДД	1.00	0.91	0.42
2.ВВП	0.91	1.00	-0.04
3.ИОК	0.42	-0.04	1.00
Критическое значение на уровне 95% при 36 степенях свободы = +0.2681			

Рис. 10. Фрагменты корреляционного анализа трех переменных.

В матрице парных корреляций наблюдаем коллинеарность факторов ВВП и ИОК, но матрица частных корреляций эту проблему устраняет. Поэтому попробуем спрогнозировать показатель СДД на основе линейной модели двухфакторной регрессии⁵ (рисунок 11).

Переменная	Коэффициент	t-значение	Эластичность	Бета-коэф-т	Дельта-коэф-т
Св. член	457.77	0.97	0.00	0.00	0.00
2.ВВП	1.29	12.80	0.99	0.30	0.64
3.ИОК	1.07	2.76	0.16	0.17	0.36

Таблица прогнозов (p = 80%)

Упреждение	Прогноз	Нижняя граница	Верхняя граница
1	27475.67	26645.02	28306.32
2	21715.64	20909.45	22521.83
3	23763.55	23196.06	24331.04
4	25307.04	24731.25	25882.83

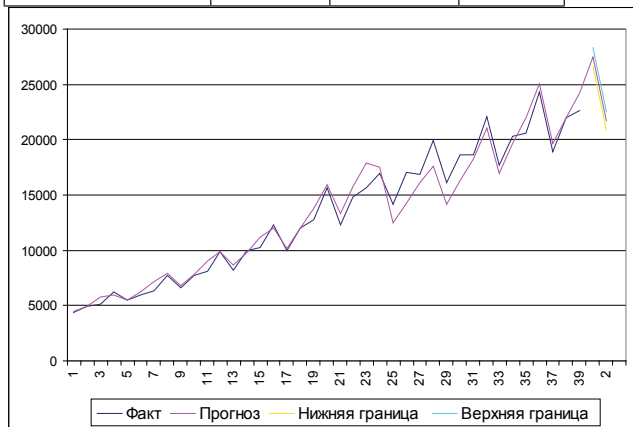


Рис. 11. Фрагменты двухфакторного регрессионного анализа.

Оба фактора в модели статистически значимы (для 95%-ой вероятности табличное значение t-критерия равно 2,03) и полученные прогнозные оценки вполне соответствуют результатам прогнозирования временного ряда СДД (рисунок 12).

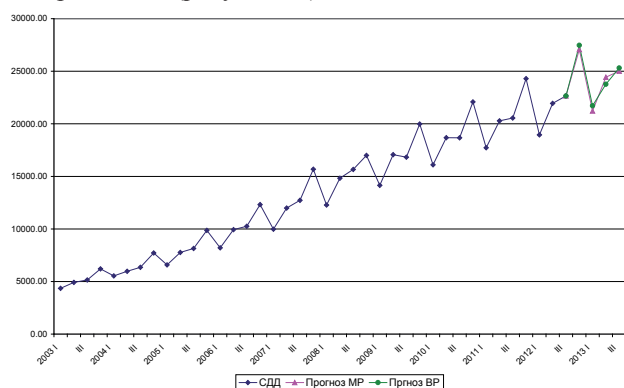


Рис. 12. Соотношение прогноза по модели временного ряда (Прогноз ВР) и по модели множественной регрессии (Прогноз МР).

5 Прогнозные значения факторов ВВП и ИОК получены с помощью наиболее подходящих моделей класса ARIMA.

Более точного совпадения прогнозных оценок вряд ли удастся достичь, но все же привлечем еще один фактор – доходы консолидированного бюджета (ДКБ, в млрд. руб.).

Целесообразность включения в модель регрессии этого фактора опровергается уже на этапе корреляционного анализа данных (рисунок 13).

Матрица парных корреляций

Переменная	1.СДД	2.ВВП	3.ИОК	4.ДКБ
1.СДД	1.00	0.98	0.90	0.95
2.ВВП	0.98	1.00	0.87	0.97
3.ИОК	0.90	0.87	1.00	0.84
4.ДКБ	0.95	0.97	0.84	1.00

Критическое значение на уровне 95% при 37 степенях свободы = +0.2680

Матрица частных корреляций

Переменная	1.СДД	2.ВВП	3.ИОК	4.ДКБ
1.СДД	1.00	0.70	0.41	-0.09
2.ВВП	0.70	1.00	0.03	0.71
3.ИОК	0.41	0.03	1.00	-0.09
4.ДКБ	-0.09	0.71	-0.09	1.00

Критическое значение на уровне 95% при 35 степенях свободы = +0.2683

Рис. 13. Фрагмент корреляционного анализа четырех переменных.

Матрица парных корреляций демонстрирует высокие парные корреляции. Мультиколлинеарность факторов ВВП, ИОК, ДКБ подтверждает матрица межфакторных корреляций, определитель которой равен 0.012, то есть, близок к нулю. Из матрицы частных корреляций видно, что факторы ВВП и ДКБ не могут одновременно присутствовать в одной модели. Целесообразно оставить фактор ВВП, так как его частная корреляция с СДД выше, чем частная корреляция СДД с фактором ДКБ.

Таким образом, мы возвращаемся к модели, о которой шла речь выше.

Итак, работа с данными совершенно разными методами, мы пришли к очень похожему результату.

1. В 2013 г. мы, по-прежнему, получили сезонную волну показателя СДД.

2. Во втором полугодии 2013 г. (третий квартал) среднелюшевые денежные доходы населения Российской Федерации составят величину порядка 25 тысяч рублей в месяц.

В перспективе представляется целесообразным более корректное исследование наличия коинтеграции между показателями, представленными нестационарными временными рядами.

Библиографический список

1. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2012. 389 с.
2. Орлова И.В., Филонова Е.С. Эконометрика (продвинутый уровень). Методические указания по выполнению контрольной и лабораторной работ для студентов первого года обучения, направление 080100.68 «Экономика», все программы. М.:

ВЗФЭИ, 2011. 105 с.

3. *Филонова Е.С.* Моделирование нестационарных временных рядов с выраженной цикличностью / Известия ОрелГТУ. 2009. № 5. С. 32-38.

4. Эконометрика: Учебник / И.И.Елисеева, С.В.Курьшева, Т.В.Костеева и др.; Под ред. И.И.Елисеевой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2005. 576 с.

5. Сайт Национального исследовательского университета Высшая школа экономики www.hse.ru

References

1. *Orlova I.V., Polovnikov V.A.* Ekonomiko-matematicheskiye's ladles methods and models: computer modeling: Studies. grant. 3rd prod. reslave. and additional M: High school textbook: INFRA-M, 2012. 389 pages.

2. *Orlova I.V., Filonov E.S.* Econometrics (the advanced level). Methodical instructions on performance of control and laboratory works for students of the first year of training, the Economy direction 080100.68, all programs. M: VZFEI, 2011. 105 pages.

3. *Filonov E.S.* Modeling of non-stationary temporary ranks from ORELGTU expressed recurrence / News. 2009. . No. 5. Page 32-38.

4. Econometrics: Textbook / I.I.Eliseeva, S.V.Kuryshv, T.V.Kosteev, etc.; Under the editorship of I.I.Eliseeva. 2nd prod. reslave. and additional M: Finance and statistics, 2005. 576 pages.

5. Site of Higher School of Economics National Research University www.hse.ru