Представленный выше алгоритм построения аппроксимирующей функции широко используется на практике для выделения сезонной и периодической составляющих временного ряда и именно на него мы будем опираться в дальнейшем.

Продолжение статьи в публикации «К вопросу о сезонной и периодической составляющих временного ряда в аналитической экономике и прогнозировании (часть 2)».

УДК 209.123.398.368

К ВОПРОСУ О СЕЗОННОЙ И ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВРЕМЕННОГО РЯДА В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ (часть 2)

М. Н. Борисевич

кандидат физико-математических наук, доцент, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, г.Витебск, Республика Беларусь, e-mail: bomini54@mail.ru

Временные ряды широко применяются при изучении разных процессов, например, в исследовании временной динамики потребления нефти, газа, электроэнергии, пассажиропотоков, запасов на складах, спроса на различные виды продукции, а также в аналитике финансовых рынков и финансовых показателей. Цель данной статьи – исследование временного ряда «Услуги сторонних организаций, оказываемые туристической компании», на предмет наличия в нем сезонной и периодической составляющих.

Ключевые слова: временной ряд; сезонная составляющая; периодическая составляющая; аналитическая экономика; прогнозирование.

TO THE QUESTION OF SEASONAL AND PERIODIC COMPONENTS OF THE TIME SERIES IN ANALYTICAL ECONOMICS AND FORECASTING (part 2)

M. N. Borisevich

PhD in physics and mathematics, associate professor, Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus, e-mail: bomini54@mail.ru

Time series are widely used in the study of different processes, for example, in the study of the time dynamics of consumption of oil, gas, electricity, passenger flows, inventory in warehouses, demand for various types of products, as well as in the analysis of financial markets and financial indicators. The purpose of this article is to study the temporary series «Services of third-party organizations provided to a travel company», for the presence of seasonal and periodic components in it.

Keywords: time series; seasonal component; periodic component; analytical economy; forecasting.

Результаты и обсуждение. Перейдем ко второй части статьи «К вопросу о сезонной и периодической составляющих временного ряда в аналитической экономике и прогнозировании (часть 1)» и остановимся на результатах исследования.

Коэффициенты разложения в ряд Фурье (формула (2)) исходной функции $F(x)$ при наличии компьютера можно вычислить двумя способами: программированием в документе Excel соответствующих математических формул (формула (2)), либо при непосредственном использовании режима *Анализ Фурье* программного модуля *Анализ данных*.

Воспользуемся первым способом и проиллюстрируем его реализацию в программе Excel. Занесем в документ EXCEL значения $i, x_i, S(x_i), i = 1,2,3,4,...,12$ (рисунок 1) и по этим данным построим график значений временного ряда $S(x_i)$ (рисунок 2, кривая, маркированная квадратиками). Из графика виден колебательный характер изменения значений $S(x_i)$ и поэтому для выяснения структуры этого временного ряда имеет смысл обратиться к методам гармонического анализа.

i	x_i	$S(x_i)$				
1	2000г.	238	206,15	119,11	118,95	206,05
2	2001г.	267	133,62	-133,25	231,16	231,37
3	2002г.	291	0,23	-291,00	291,00	0,46
4	2003г.	321	-160,20	-161,09	278,16	-277,65
5	2004г.	367	-317,59	182,66	183,92	-318,32
6	2005г.	390	-390,00	390,00	0,62	-1,24
7	2006г.	385	-333,78	193,74	-191,88	332,70
8	2007г.	367	-184,17	-182,15	-317,44	318,61
9	2008г.	323	-0,77	-323,00	-323,00	1,54
10	2009г.	285	141,84	-143,81	-247,19	-246,06
11	2010г.	257	222,19	127,20	-129,15	-223,32
12	2011г.	232	232,00	232,00	-0,74	-1,48
		290,92	-75,08	1,73	-17,60	3,78
		a_o	a_1	a_2	b_1	b_2

Рисунок 1 – **К вычислению коэффициентов Фурье в программе Excel**

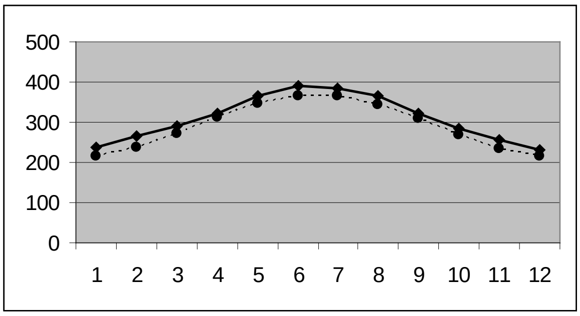

Рисунок 2 – **Значения $S(x_i)$ (маркированные квадратиками) и $S_{ì}(x_i)$ (маркированные кружочками)**

Коэффициенты ряда Фурье при *T=12* будем вычислять по формулам:

$$a_0 = \frac{1}{12}\sum_{i=1}^{12} S(x_i),\ a_k = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{12} S(x_i)\cos(\frac{\pi k}{6}i),\ b_k = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{12} S(x_i)\sin(\frac{\pi k}{6}i).$$

На рисунке 1 приведен фрагмент документа Excel, реализующий приведенные формулы вычисления коэффициентов ряда Фурье. Здесь же приведены вычисленные значения коэффициентов, по которым определим:

$$\tilde{N}_0 = a_0^2 = 84632,5; \tilde{N}_1 = a_1^2 + b_1^2 = 5946,703; \tilde{N}_2 = a_2^2 + b_2^2 = 17,2852;$$

Видно, что первая гармоника вносит существенно больший энергетический вклад по сравнению со второй гармоникой $(\tilde{N}_1 / \tilde{N}_2) \approx 344,0344$. Поэтому в качестве модели временного ряда примем первые три члена ряда Фурье, а именно функцию (снабжена индексом «м», означающим модельная):

$$S_{ì}\ (x_i) = F_{äï}\,(\mathrm{i}) = \mathrm{a}_0 + \mathrm{a}_1 \cos(\frac{2\pi}{12}\mathrm{i}) + b_1\ \sin(\frac{2\pi}{12}\mathrm{i}) = 290{,}92 - 75{,}08\cos(\frac{\pi}{6}\mathrm{i}) - 17{,}60\sin(\frac{\pi}{6}\mathrm{i})\,.$$

Вычисления этой функции показаны на рисунке 3, а на рисунке 2 приведен график $S_{ì}\ (x_i)$ совместно с графиком исходных значений $S(x_i)$. Видно достаточно хорошее совпадение $S(x_i)$ и $S_{ì}\ (x_i)$. Об этом же говорит и невысокое 19,29 среднее значение остатков ($O(x_i) = S(x_i) - S_{ì}\ (x_i)$) (рисунок 4).

i	x_i	$S(x_i)$	$S_м(x_i)$	$\mathrm{O}(x_i)$
1	2000г.	238	217,09	20,91
2	2001г.	267	238,11	28,89
3	2002г.	291	273,26	17,74
4	2003г.	321	313,14	7,86
5	2004г.	367	347,07	19,93
6	2005г.	390	365,97	24,03
7	2006г.	385	364,78	20,22
8	2007г.	367	343,82	23,18
9	2008г.	323	308,70	14,30
10	2009г.	285	268,82	16,18
11	2010г.	257	234,85	22,15
12	2011г.	232	215,90	16,10
			$\mathrm{O}_{ср.}(x_i)$	19,29
		290,92	-75,08	-17,60
		a_o	a_1	b_1

Рисунок 3 – **К вычислению аппроксимирующей функции в программе Excel**

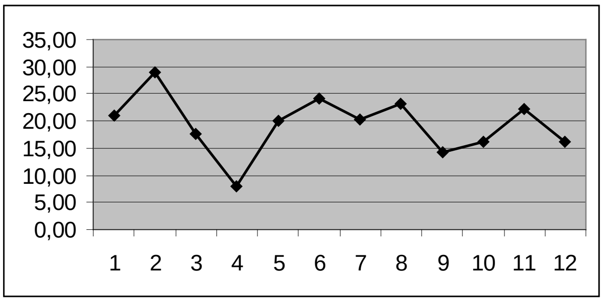

Рисунок 4 – **Ряд остатков** $O(x_i) = S(x_i) - S_{ì}\ (x_i)$

Второй способ, упоминавшийся выше, основан на дискретном преобразовании Фурье. Сущность способа заключается в следующем. Математические преобразования, задаваемые формулами:

$$Z(k) = \sum_{j=1}^{N-1} z(j)\,\mathrm{e}^{-i\frac{2\pi jk}{N}}\,,$$

$$\mathrm{z}(k) = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N-1} \mathrm{Z}(j)\,\mathrm{e}^{i\frac{2\pi jk}{N}}$$

называются дискретными преобразованиями Фурье (ДПФ). Первое характерно для прямого ДПФ, второе – для обратного ДПФ.

Исходная дискретная последовательность $z(j)$ является периодической (с периодом N). Последовательность $Z(k)$, называемая коэффициентами ДПФ, также является периодической (с периодом N). Если коэффициенты $Y(k)$ вычислены по значениям временного ряда $y_i, i=1,2,3,....,n$, то связь между коэффициентами ДПФ и коэффициентами разложения в ряд определяется как:

$$a_n^* = \frac{1}{n}Y(0), a_k^* = \frac{2}{n}\mathrm{Re}[Y(\mathrm{k})], \mathrm{b}_k^* = \frac{2}{n}\mathrm{Im}[Y(\mathrm{k})], \mathrm{k} = 1,2,3,....\mathrm{n}/2,$$

где $\mathrm{Re}[A]$ и $\mathrm{Im}[A]$ означают вещественную и мнимую части комплексного числа А.

Из-за ограниченного формата статьи не представляется возможным рассмотрение данного вопроса в более детальном изложении. Заметим только, что прямое и обратное ДПФ вычисляются в модуле *Анализ Фурье* программы Excel. Для перехода к этому режиму необходимо обратиться к команде *Сервис* из перечня *Анализ данных* и выбрать в списке команду *Анализ Фурье*.

Заключение. Компьютерная программа Excel обладает широким спектром вычислительных возможностей. Об этом свидетельствуют и материалы данной статьи. С ее помощью можно проводить и такие редкие исследования временных рядов, как наличие в них сезонных и периодических составляющих, привлекая к работе положения гармонического анализа, в основе которых - разложение периодической функции в ряд Фурье. При этом получаются вполне адекватные результаты. Более того, в программе Excel возможна также и реализация дискретного преобразования Фурье, в ней изначально заложены встроенные функции вычисления мнимой и вещественной частей комплексных чисел. Все это расширяет круг задач аналитической экономики, решаемых с помощью программы Excel.

Библиографические ссылки

1. Кремер Н. Ш., Путко Б. А. Эконометрика. М. : ЮНИТИ, 2002. 315 с.
2. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М. : ЮНИТИ, 1998. 412 с.
3. Минус Я. Р., Катышев Л. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс. М. : Дело, 2000. 312 с.
4. Эконометрика / под ред. Н. И. Елисеевой. М. : Финансы и статистика, 2001. 346 с.
5. Орлов А. И. Прикладная статистика. М. : Экзамен, 2006. 389 с.
6. Гмурнан В. Э. Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие. М. : Высш. шк., 2003. 479 с.

УДК 657

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ОТЧЕТНОСТЬ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

М. В. Боровицкая

кандидат экономических наук, доцент департамента «Бизнес-аналитики», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия,
e-mail: geht066@mail.ru

В статье рассматриваются аспекты формирования интегрированной отчетности на современном этапе развития экономики. Автором в настоящей статье проанализированы существующие проблемы формирования интегрированной отчетности, а также обозначены перспективы и необходимость ее формирования экономическими субъектами.