

Семенычев В.К., Емельянова О.В., Кожухова В.Н. Возможности мониторинга эволюции моделей экономических показателей муниципального вуза. Вестник Самарского муниципального института управления. Изд-во «САГМУ». Самара. 2012. №3(22). - С.80 – 86.

УДК 338.27

Семенычев В.К., Емельянова О.В., Кожухова В.Н.

Возможности мониторинга эволюции моделей экономических показателей муниципального вуза

Известны предложения по моделированию и прогнозированию динамики показателей деятельности вуза на основе полиномов, обобщенных экспоненциальных функций и логистических функций [1, 2].

При этом результаты, представленные в [1] используют давно известные и не обеспечивающие высокой точности методы идентификации таких моделей [3]: например, метод Родса для функции Гомперца, дифференцирования экспоненциальной модели тренда при мультипликативном вхождении стохастической компоненты с логнормальном законе распределении вероятностей и т.д. Для них нужны длинные стационарные выборки, что делает практически невозможным мониторинг эволюции моделей динамики. При моделировании не учитывали сезонную компоненту, характерную для экономических показателей вуза.

Более адекватен реальной практике комплекс моделей [2], для рядов динамики экономических показателей на данных 2006 – 2010 гг.

АМОУ ВПО «Самарская академия государственного и муниципального управления» на данных.

Новые данные с 2005 г. по 1 квартал 2012 гг. потребовали усложнить комплекс моделей: использованием четырех различных моделей логистических функций, дополнения обобщенной экспоненциальной функции линейной функцией, у одной их гармоник сезонной компоненты допускается эволюция амплитуда по экспоненциальному закону, и, главное, предложено использование пропорционально мультипликативного взаимодействия трендов с сезонной компонентой, что в большей мере соответствует природе рядов экономических показателей.

Покажем, что применение такого комплекса моделей позволило проводить моделирование и прогнозирование рядов экономических рядов вуза и осуществить мониторинг эволюции моделей.

Результаты получены для многих экономических показателей вуза, учитываемых методами кассового и начисления учета: суммарных затрат, переменных и постоянных затрат, суммарных доходов, бюджетных и внебюджетных доходов и др.

Предложенный комплекс моделей включает в себя тренды следующих видов:

1.линейный

$$T_k = C_0 + C_1 k \Delta,$$

2.обобщенную экспоненту

$$T_k = C_0 + A_0 e^{-\alpha k \Delta},$$

3.сумму линейного тренда и обобщенную экспоненту

$$T_k = C_0 + C_1 k \Delta + A_0 e^{-\alpha k \Delta},$$

4.симметрическую логистическую функцию Ферхюльста [3]

$$T_k = \frac{A_0}{1 + A_1 e^{-\alpha k \Delta}},$$

4. функцию Рамсея [4]

$$T_k = C_0 (1 - (1 + \alpha k \Delta) e^{-\alpha k \Delta}) + B_0,$$

5. трехпараметрическую модифицированную функцию Рамсея [4]

$$T_k = C_0 + (B_0 - \alpha k \Delta) e^{-\alpha k \Delta},$$

6. обобщенную четырехпараметрическую функцию Рамсея [4]

$$T_k = C_0 + (B_0 + B_1 k \Delta) e^{-\alpha k \Delta}.$$

Сезонная компонента моделировалась гармониками

$$S_k = A_2 \sin(\omega_2 k \Delta + \psi_2) + A_3 e^{-\alpha_3 k \Delta} \sin(\omega_3 k \Delta + \psi_3).$$

Более адекватными, в сравнении с [2], оказались пропорционально мультипликативные по отношению к сезонной компоненте структуры рядов динамики:

$$Y_k = T_k (1 + S_k) + \varepsilon_k = T_k + T_k S_k + \varepsilon_k,$$

где ε_k - стохастическая компонента, отвечающая условиям

Гаусса-Маркова.

Так, для суммарных кассовых затрат, лучшим оказался тренд на основе логистической функции Ферхюльста. При сохранении одной модели тренда видим, что эволюционирует сезонная компонента. Можно выделить эволюции на двух этапах времени: первый этап – 1 кв. 2005г. – 3 кв. 2009г., второй этап – 4 кв. 2009г. по настоящее время (рис. 1).

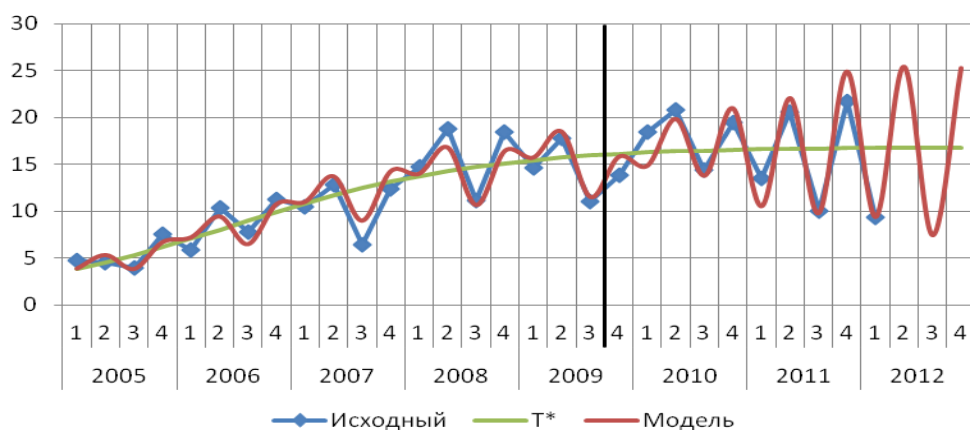


Рис. 1. Моделирование кассовых переменных затрат

Полученные значения параметров и рассчитанные меры точности для двух этапов эволюции представлены в таблице 1. Можно видеть, что показатели качества моделирования высокие (как для всей модели, так и для отдельных этапов эволюции), как и точность и прогнозирование для отдельных этапов. Смену моделей можно связать с получением вузом в конце 2009г. статуса автономного образовательного учреждения.

Таблица 1

Параметр	Первый этап	Второй этап
	1 кв. 2005г. – 3 кв. 2009г	4 кв. 2009г. по наст. вр.
A_0	16,86	
A_1	3,41	
α	0,226	
A_2	0,15	0,55
ω_2	1,5708	3,0285
ψ_2	1,27	2,09
A_3	0,13	0,17
α_3	–	0,047
ω_3	3,1416	1,0163
ψ_3	–1,57	–1,36
Показатели качества моделирования и прогнозирования		
R^2 (общий)	0,91	
R^2	0,94	0,87
MAPE	4,24%	0,23%

Динамика суммарных начисленных доходов также существенно эволюционирует. Для временного ряда характерна пропорционально-мультипликативная структура. Тренд на первом этапе представляет собой сумму линейной и экспоненциальной функций, на втором – экспоненциальную функцию.

Сезонность на обоих этапах описывается суммой двух гармоник с постоянной амплитудой (рис.2). В прогнозную часть выборки были вынесены два наблюдения за 3-4 кв. 2009г. для первого этапа и одно наблюдение за 1 кв. 2012г. для второго этапа. В таблице 2 представлены полученные значения параметров для обоих этапов эволюции, а на рисунке 10 приведена графическая иллюстрация предложенной модели.

Таблица 2

Параметр	Первый этап 1 кв. 2005г. – 4 кв. 2009г.	Второй этап 1 кв. 2010г. по наст. вр.
C_0	-3,30	51,28
C_1	2,20	–
A_0	18,93	-143,3
α	0,1881	0,1054
A_1	0,07	0,04
ω_1	1,5708	1,5708
ψ_1	1,67	1,63
A_2	0,20	0,05
ω_2	3,1416	3,1416
ψ_2	-1,57	-1,56
Показатели качества моделирования и прогнозирования		
R^2 (общий)	0,9	
R^2	0,86	0,99
MAPE	4,89%	7,35%

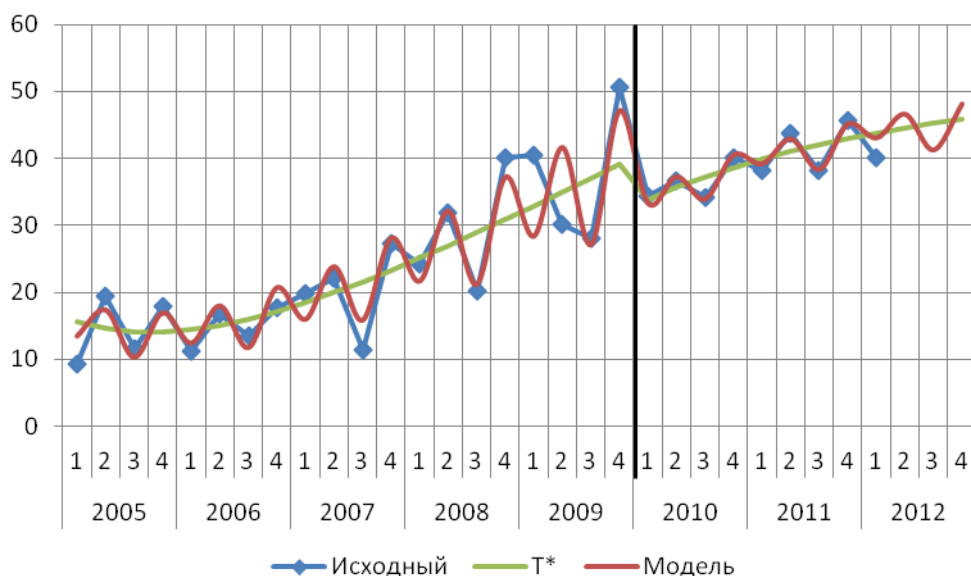


Рис. 1. Моделирование суммарных начисленных доходов

В динамике начисленных бюджетных доходов также выделяется два этапа эволюции, указанные на рис. 3 и в таблице 3. На обоих этапах временной ряд характеризуется пропорционально-мультипликативной структурой сезонности, причем сезонные колебания на обоих этапах описываются суммой двух гармоник с постоянной амплитудой. Тренд первого этапа представляется обобщенной четырехпараметрической логистой Рамсея, а второго – линейной функцией. В прогнозную часть выборки были вынесены наблюдения за 3-4 кв. 2009г. для первого этапа, и наблюдение за 1 кв. 2012г. для второго этапа.

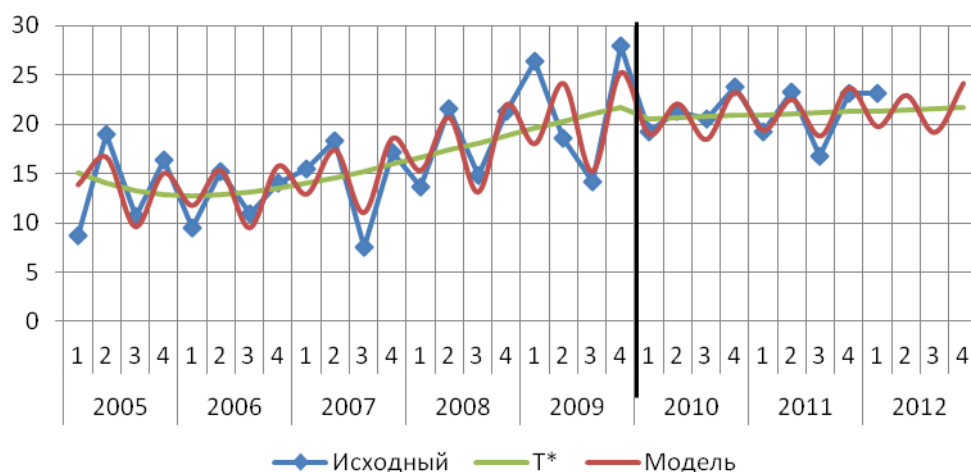


Рис. 3. Моделирование начисленных бюджетных доходов

Таблица 3

Параметр	Первый этап 1 кв. 2005г. – 4 кв. 2009г.	Второй этап 1 кв. 2010г. по наст. вр.
C_0	32,21	18,53
C_1	–	0,10
B_0	-17,15	–
B_1	-3,05	–
α	0,1033	–
A_1	0,10	0,03
ω_1	1,5708	1,5708
ψ_1	1,44	2,48
A_2	0,18	0,09
ω_2	3,1416	3,1416
ψ_2	-1,58	-1,52
Показатели качества моделирования и прогнозирования		
R^2 (общий)	0,74	
R^2	0,7	0,86
МАРЕ	8,74%	9,47%

Для МНК-идентификации использовался двухэтапный метод на основе обобщенных параметрических моделей авторегрессии-скользящего среднего, дополненный методом итеративной параметрической сезонной декомпозиции тренд сезонных рядов, показанными в [4, 5].

Примеры можно было бы продолжить, но вывод уже ясен. Во всех случаях показатель точности моделирования коэффициент

детерминации больше 0,7 (т.е. 70% данных объяснены предложенными моделями), а MAPE-ошибка прогноза не превысила 10% при горизонте прогноза не более трети используемой выборки.

Таким образом, предложенный инструментарий показал высокую точность на малых (от 11 до 20) объемах выборки и может быть распространен на оценку эволюции рядов динамики и в других приложениях.

Библиография

1. Краковский Ю.М., Яхина А.С. Прогнозирование показателей, характеризующих рынок образовательных услуг на основе разнородной информации. Качество, инновации, образование. 2009. №3. – С.24-32.
2. Семенычев В.К., Емельянова О.В., Кожухова В.Н. Моделирование и прогнозирования экономических показателей вуза (статья). Вестник Самарского муниципального института управления. – Самара: Изд-во «Самарский муниципальный институт управления», 2010. – № 1 (12). – С. 8-17.
3. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 192 с
4. Семенычев В.К., Семенычев Е.В. Параметрическая идентификация рядов динамики: структуры, модели, эволюция. Самара. Изд-во «СамНЦ РАН». 2011-364 с.
5. Семёнычев В.К., Семёнычев Е.В., Коробецкая А.А. Метод параметрической итерационной декомпозиции тренд-сезонных рядов аддитивной структуры // Вестник Самарского муниципального института управления. – Самара: Изд-во «Самарский муниципальный институт управления», 2010. – №1(12). – С. 63-72.