

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОХОДОВ КОНСОЛИДИРОВАННОГО БЮДЖЕТА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Рыженкова К.В., Гомзова А.Н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Существование современного государства невозможно без наличия развитой бюджетной системы. Бюджетная система обеспечивает успешное развитие экономической и социальной политики на федеральном, региональном и местном уровнях. Именно через бюджеты различных уровней осуществляется направленное воздействие на образование и использование централизованных и децентрализованных фондов денежных средств. Важное место в бюджетной системе занимают региональные бюджеты.

Таким образом, достаточно актуальным и важным направлением бюджетной системы является прогнозирование региональных доходов бюджетов на основе сложившейся ситуации в регионе, а также сформировавшихся определенных социально-экономических условий региона для своевременного планирования доходов на очередной финансовый год [1]. Задача прогнозирования доходов бюджета заключается в том, выработать наилучшие стратегии развития доходной части бюджета и на этой основе дать предложения по его укреплению. Важно отметить, что реальность регионального бюджета во многом зависит от выбора метода прогнозирования и от точности прогноза. Выбор метода прогнозирования должен обеспечивать полноту, достоверность и точность прогноза [2].

В связи с вышесказанным существует потребность в моделировании и прогнозировании поступлений доходов в региональный бюджет, так как увеличение точности прогноза бюджетных доходов с помощью современных методов прогнозирования является наилучшим способом укрепления регионального бюджета.

Моделирование и прогнозирование региональных доходов бюджета Оренбургской области осуществлялось с помощью следующих этапов:

- приведение доходов бюджета региона к сопоставимому виду с помощью метода корректировки показателей на индекс потребительских цен;
- проверка скорректированных региональных доходов бюджета на наличие тенденции и колеблемости;
- приведение скорректированного временного ряда к стационарному ряду;
- моделирование стационарного ряда с помощью моделей ARIMA;
- выбор наилучшей модели по средней ошибке аппроксимации и средней квадратической ошибке;
- прогнозирование региональных доходов бюджета Оренбургской области;
- оценка точности построенных прогнозов.

На рисунке 1 представлено графическое изображение исходных и скорректированных на ИПЦ доходов бюджета Оренбургской области с 2000 по 2013 гг.

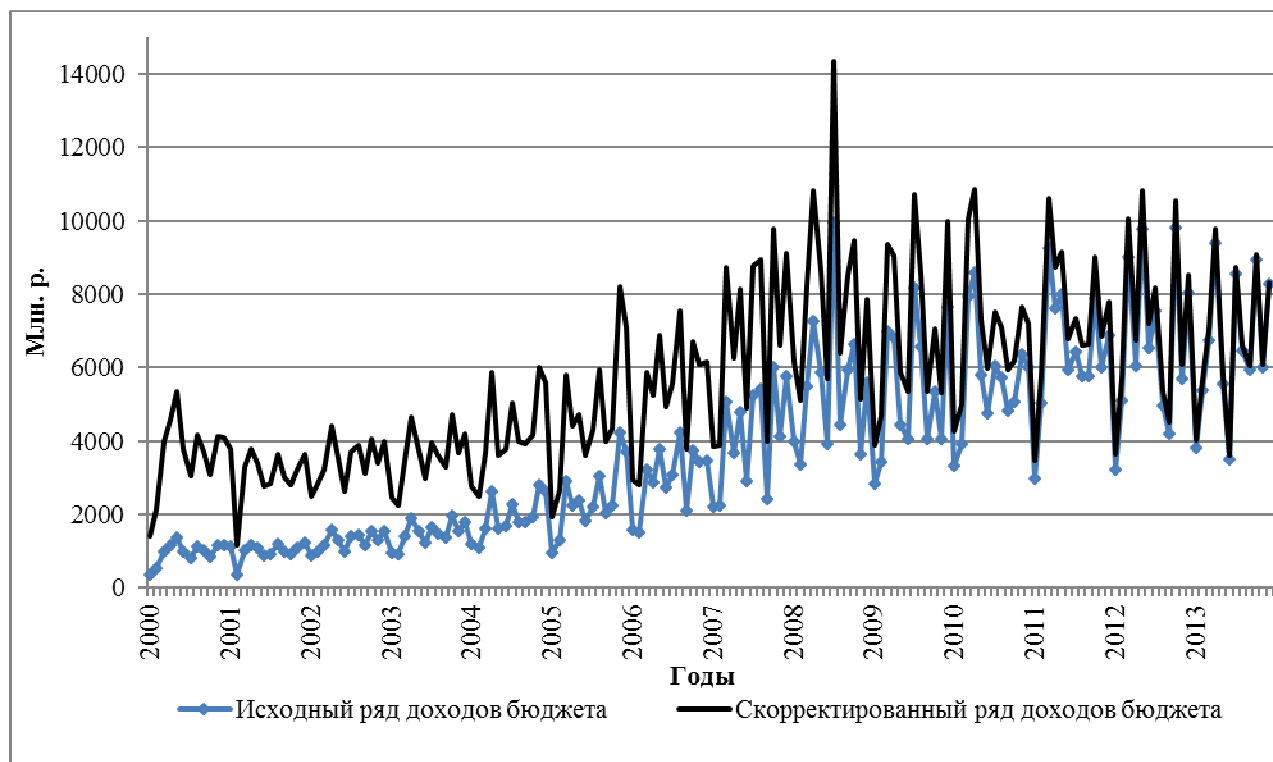


Рисунок 1 – Доходы бюджета Оренбургской области в 2000-2013 гг.

Из рисунка 1 видно, что отмечается постоянная тенденция к увеличению скорректированных доходов бюджета Оренбургской области до 2013 года. В июле 2008 года достигается наибольшее значение за последние 13 лет. Так, в июле 2008 года уровень этого показателя составил 14342 млн. р, что в 1,5 раза превышает значение 2013 года и в 10 раз – значение 2000 года.

Анализ скорректированных доходов бюджета Оренбургской области был начат с проверки гипотезы о наличии тенденции. Для этого был применен критерий серий, основанный на медиане выборки [3].

В результате проведенных расчетов данного критерия, была отвергнута гипотеза об отсутствии систематической составляющей, так как не выполняется неравенство (следовательно, подтверждается наличие тенденции региональных доходов бюджета).

Графический анализ скорректированного временного ряда доходов бюджета Оренбургской области свидетельствует о наличии трендовой компоненты, характер которой близок к линейному развитию: имеется устойчивая, ярко выраженная тенденция роста доходов бюджета Оренбургской области (Рисунок 1).

Также на основе графического анализа временного ряда был сделан вывод о преобладании случайной колеблемости в общем комплексе колебаний.

Однако расчёт числа экстремумов и проверка гипотезы о случайном

распределении отклонений от тренда показали, что временной ряд содержит квазициклическую колеблемость [4].

Далее был проведен расчет показателей колеблемости.

Таблица 1 – Абсолютные и относительные показатели колеблемости

Показатели колеблемости	Значение
Абсолютные	
A , млн. р.	12641,44
$a(t)$, млн. р.	1391,65
$S(t)$, млн. р.	1841,75
Относительные	
$V(t)$, %	132,37

Рассчитанные показатели, представленные в таблице 1 позволяют сделать вывод о сильной колеблемости скорректированных доходов бюджета Оренбургской области в анализируемом периоде.

Статистическое моделирование и краткосрочное прогнозирование скорректированных доходов бюджета Оренбургской области осуществлено на основе моделей ARIMA.

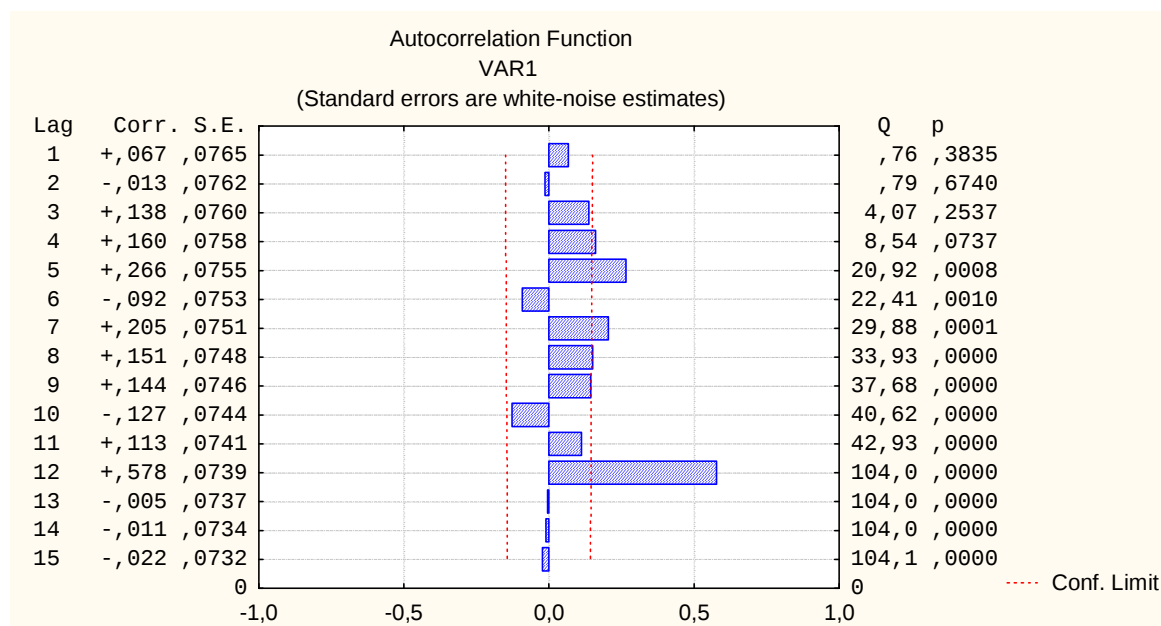


Рисунок 2 - Автокорреляционная функция скорректированных доходов бюджета Оренбургской области в 2000-2013 гг.

Для выбора порядка авторегрессионной модели необходимо изучить поведение автокорреляционной (АКФ) и частной автокорреляционной (ЧАКФ) функций.[4]

Из рисунка 2 видно, что автокорреляционная функция стационарного временного ряда состоит из смеси затухающих экспонент и меняет знак. Наблюдаемые выбросы автокорреляционной функции на лагах 5, 7 и 12 свидетельствуют о наличии сезонной составляющей ($\hat{r}(t, t-5) = +0,266$, $\hat{r}(t, t-7) = +0,205$, $\hat{r}(t, t-12) = 0,578$). Незначимый коэффициент автокорреляции первого порядка ($\hat{r}(t, t-1) = 0,067$) позволяет предположить отсутствие трендовой составляющей.

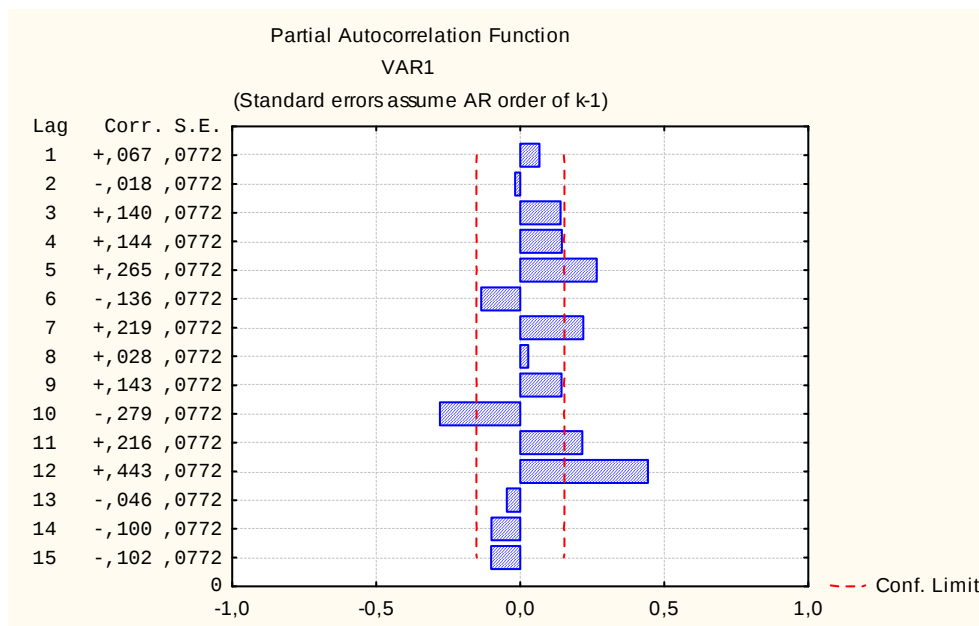


Рисунок 3 - Частная автокорреляционная функция скорректированных доходов бюджета Оренбургской области в 2000-2013 гг.

Как видно из рисунка 3, ЧАКФ экспоненциально затухает, меняя знак. Частная автокорреляционная функция также имеет выбросы на 5, 7, 10, 11 и 12 лагах ($\hat{r}(t, t-10) = -0,279$, $\hat{r}(t, t-11) = 0,216$, $\hat{r}(t, t-12) = 0,443$), что подтверждает наличие сезонной компоненты.

Построим авторегрессионную модель первого порядка доходов бюджета Оренбургской области. Так как ряд нестационарный, его необходимо преобразовать и привести к стационарному.

1) Построение модели AR (1)

Так как данный вид модели применяется только для стационарных временных рядов необходимо проверить гипотезу о наличии тенденции либо применить графический анализ [5].

Ранее был сделан вывод о его не стационарности. Следовательно, для моделирования с помощью авторегрессионной модели ряд необходимо привести к стационарному виду. Для этого необходимо исключить тенденцию. Так как она близка к линейной, найдем отклонения от прямолинейного тренда и построим авторегрессионную модель для ряда остатков. Уравнение тренда имеет вид: $\hat{y}_t = 2903 - 32,1 \cdot t$.

В результате соответствующих преобразований получим следующую модель:

$$y_t = 2903 + 32,1 \cdot t + 0,067 y_{t-1}$$

2) Построение модели МА (1)

В случае чистого МА (q) – процесса обычно используются нелинейные методы наименьших квадратов для оценивания параметров.

Так как данный вид модели применяется только для стационарных временных рядов приведем его к стационарному виду с помощью метода взятия первых разностей.

В результате соответствующих преобразований получим следующую модель:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t + 0,875 \cdot \varepsilon_{t-1}.$$

3) Построение модели ARMA (1,1)

Если модель ARMA содержит скользящие средние, то МНК – оценивание, как и в случае с МА- процессами, уже не является возможным. В связи с этим оценивание параметров моделей ARMA в основном проводится по тем же принципам, что и оценивание параметров для МА – процессов, но становится намного сложнее.

Оценим параметры модели ARMA по отклонениям от линейного тренда.

Таким образом, нами получена модель:

$$y_t = 2903 - 32,1 \cdot t + \varepsilon_t - 0,0707 \cdot \varepsilon_{t-1}.$$

4) Построение модели ARIMA (1,1,1)

Приведение к стационарному ряду осуществлено путем взятия первых разностей.

В результате проведенных расчетов, была получена модель:

$$\tilde{y}_t = 0,9309 y_{t-1} - 0,0691 y_{t-2} + \varepsilon_t - 0,86425 \varepsilon_{t-1}$$

Нами были получены следующие модели, представленные в таблице 2. Также в таблице представлены рассчитанные средняя ошибка аппроксимации и средняя квадратическая ошибка [6].

Таблица 2 – Сравнение моделей авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего

Название модели	Уравнение модели	Средняя квадратическая ошибка, млн. р.	Средняя ошибка аппроксимации, %
AR(1)	$y_t = 2903 + 32,1 \cdot t + 0,067 y_{t-1}$	2052,4	24,66
MA(1)	$y_t = y_t + \varepsilon_t + 0,875 \cdot \varepsilon_{t-1}$	2516,4	37,55
ARMA(1,1)	$y_t = 2903 - 32,1 \cdot t + y_{t-1} + \varepsilon_t - 0,0707 \cdot \varepsilon_{t-1}$	2307,7	38,49
ARIMA(1,1,1)	$\tilde{y}_t = 0,9309 y_{t-1} - 0,0691 y_{t-2} + \varepsilon_t - 0,86425 \varepsilon_{t-1}$	852,12	15,83

По рассчитанным критериям наилучшей оказалась ARIMA(1,1,1) модель, об этом свидетельствуют рассчитанная ошибка аппроксимации и среднеквадратическая ошибка. Проверка остатков на автокорреляцию, случайность и нормальность подтвердила адекватность построенной модели.

Исходя из проведенного статистического моделирования временного ряда, прогнозирование доходов бюджета Оренбургской области на 2014 г. целесообразно осуществлять по модели ARIMA (1,1,1) (прогноз представлен в таблице 3).

Таблица 3 – Прогноз доходов бюджета Оренбургской области на 2014 год, построенный по модели ARIMA (1,1,1), млн. р.

Месяц	Точечный прогноз	Нижняя граница прогноза	Верхняя граница прогноза
январь	3892,45	752,01	7032,90
февраль	5622,38	2481,94	8762,83
март	8363,53	5223,08	11503,97
апрель	8938,82	5798,38	12079,27
май	7479,72	4339,28	10620,17
июнь	4984,39	1843,95	8124,83
июль	8460,29	5319,84	11600,73
август	6356,36	3215,92	9496,81
сентябрь	5730,63	2590,18	8871,07
октябрь	9254,83	6114,39	12395,28
ноябрь	6215,18	3074,73	9355,62
декабрь	8287,94	5147,49	11428,38

Далее оценим точность построенных прогнозов. Расчеты, представленные

в таблице 4 показывают, что среднее отклонение прогнозных значений от фактических составило 897,24 млн. р. или 8,64 %. Построенная модель является достаточно точной.

Таблица 4 – Фактические и прогнозные значения доходов бюджета Оренбургской области на 2014 год

Месяц	Прогнозные значения доходов, млн. р.	Фактические значения доходов, млн. р.	Абсолютные отклонения прогнозных значений от фактических, млн. р.	Относительные отклонения прогнозных значений от фактических, %
январь	3892,45	3757,7	-262,58	-3,46
февраль	5622,38	7705,9	2051,44	37,06
март	8363,53	7908,9	850,11	-5,44
апрель	8938,82	10503,8	730,72	17,51
май	7479,72	7074,6	1302,87	-5,42
июнь	4984,39	5499,2	1905,15	10,33
июль	8460,29	10633,2	1911,39	25,68
август	6356,36	5707,4	-882,87	-10,21
сентябрь	5730,63	6335,1	277,57	10,55
октябрь	9254,83	10159	1088,59	9,77
ноябрь	6215,18	-	-	-
декабрь	8287,94	-	-	-
Среднее	-	-	897,24	8,64

Полученные результаты свидетельствуют, что динамика поступления доходов в бюджет Оренбургской области в ближайшее время останется на прежнем уровне. Таким образом, статистическое моделирование и прогнозирование доходов консолидированного бюджета Оренбургской области выявляет основные тенденции и закономерности поступлений в региональный бюджет, а также реально оценивает ситуацию, сложившуюся на данный момент.

Список литературы

1. Рыженкова, К. В. Особенности статистического исследования доходов бюджета на уровне муниципальных образований / К. В. Рыженкова // Известия Оренбургского аграрного университета. – 2007. – № 4 (16). – С. 171–175. – ISSN 2073-0853.
2. Рыженкова, К. В. Региональный бюджет как объект статистического исследования / К. В. Рыженкова, И. П. Яценко // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции;

Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. – 4014 с. – ISBN 987-5-4417-0309-3.

3. Айвазян, С. А., В. С. Мхитарян. *Прикладная статистика. Основы эконометрики : учебник для вузов : в 2 т. / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – Т. 1 : Теория вероятностей и прикладная статистика. – 656 с. – ISBN 5-7692-0755-8.*

4. *Адаптивные методы прогнозирования : уч. пособие / Ю. П. Лукашин – М. : Финансы и статистика, 2003 . – 416 с. – ISBN 5-279-02740-5.*

5. *Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows : основы теории и интенсивная практика на компьютере: учеб. пособие для вузов / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2006. - 368 с. : ил. - Библиогр. : с. 365. - ISBN 5-279-03059-7.*

Рыженкова, К. В. Моделирование и прогнозирование доходов регионального бюджета Оренбургской области на основе АРПСС-моделей / К. В. Рыженкова // Проблемы социально-экономической устойчивости региона: Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – Пенза, РИО ПГСХА, 2007. – С. 89-93. - ISBN 5-94338-235-6.