

## **Глава 4. Источники ошибок прогнозов и некоторые методы их коррекции**

В главе 1 уже указывалось на то, что экономические прогнозы, получаемые стандартными эконометрическими методами, часто оказываются довольно неточными, и это достаточно хорошо иллюстрируется результатами анализа нескольких российских макроэкономических рядов, проведенного в главах 2 и 3.

Анализ ошибок макроэкономических прогнозов и выявление их причин является достаточно сложной задачей, детальный подход к решению которой часто позволяет усовершенствовать методику прогнозирования и понять характеристики происходящих процессов. Этому вопросу посвящено довольно много работ различных авторов. В этой связи укажем, например, на анализ прогнозов по моделям для экономики Великобритании, проведенный в работах [WallisK.F., M.J.Andrews, D.N.F.Bell, P.G.Fisher, J.D.Whitley (1984)], [WallisK.F., M.J.Andrews, P.G.Fisher, J.Longbottom, J.D.Whitley (1986)], [WallisK.F. (1989)], [WallisK.F., J.D.Whitley (1991)], и на подобный анализ индустрии прогнозов в США, проведенный в работах [KleinL.R. (1991)] и [KleinL.R., E.Burmeister *eds* (1976)]. Детальному рассмотрению причин ошибок прогнозирования экономических временных рядов и теоретическому обоснованию некоторых эмпирических процедур, часто приводящих на практике к улучшению прогнозов, посвящены две недавно изданные книги [Clements M.P., D.F.Hendry (1998b)], [Clements M.P., D.F.Hendry (2001)].

### **4.1. Источники ошибок прогнозов**

В исторической перспективе, первоначально в центре внимания эконометристов были вопросы спецификации и оценивания моделей. Ожидалось, что «хорошие» модели, хорошо оцененные и хорошо протестированные, дают и хорошие прогнозы, тогда как «плохие» модели (например, не проходящие диагностические тесты) будут давать плохие прогнозы. Однако в действительности это оказалось не так: степень конгруэнтности или неконгруэнтности модели (т.е. степень соответствия модели реальным данным, по которым она построена) не является ни необходимым, ни достаточным условием успеха или неудачи прогноза, обращенного в будущее. Более того, прогнозы ряда по одному только его прошлому могут оказываться лучшими

по сравнению с прогнозами, построенными на основании структурных моделей.

При анализе прогностических процедур следует различать понятия «предсказуемости» временного ряда и «прогнозируемости» ряда.

Значения ряда  $X_t$  *не предсказуемы*, если знание его значений до момента  $T-1$  включительно ничего не прибавляет к знанию о распределении вероятностей значения  $X_T$ . Предсказуемость (непредсказуемость) – это свойство самого ряда, точнее, это свойство стохастического процесса, порождающего ряд, относительно информационного множества  $\Omega_{T-1}$ , включающего прошлые значения этого ряда.

Понятие прогнозируемости ряда более сложное: оно может быть связано с некоторой мерой потерь, и тогда прогнозируемость понимается как получение меньших потерь при использовании соответствующей процедуры прогнозирования по сравнению, скажем, с прогнозом по историческому среднему значений ряда.

Предсказуемость необходима, но не достаточна для прогнозируемости: например, может быть просто не известной форма зависимости условного среднего для  $X_t$  относительно  $\Omega_{T-1}$ .

Вместе с тем успех прогнозирования зависит от:

- наличия регулярностей в поведении ряда;
- информативности этих регулярностей относительно будущего;
- методов, использующих эти регулярности;
- исключения нерегулярностей, сводящих на нет пользу от наличия регулярностей.

Можно говорить о несостоятельности прогноза как такового, если качество прогнозов значительно ухудшается при переходе от периода, на котором модель оценивается, к будущим значениям ряда, и можно говорить о том, что прогноз плох по сравнению с некоторыми стандартными или конкурирующими моделями.

Можно также по-разному говорить о точности прогнозов. Можно понимать под точностью определенность прогноза (точный прогноз имеет малую неопределенность), но можно понимать под точностью прогноза и то, что он оказывается близким «в среднем» к истинным значениям.

Заметим, что, используя для прогнозирования стохастические модели, мы просто по этой причине практически никогда не можем абсолютно точно предсказать будущие значения ряда, даже если нам известна истинная модель порождения данных (процесс порождения данных, *data generating*

*process* – *DGP*), так что ошибка предсказания в таких моделях существует всегда, и эти ошибки накапливаются в процессе динамического прогнозирования на несколько периодов времени вперед. К этим ошибкам, проистекающим из самой природы процесса порождения данных, добавляются также ошибки, связанные с незнанием процесса порождения данных и, как следствие, вынужденным использованием для целей прогнозирования статистической модели (*statistical model* – *SM*), которая строится на основании той или иной экономической теории, более ранних аналогичных исследований и характера имеющихся в распоряжении статистических данных и, как правило, не совпадает с (истинным) процессом порождения данных.

Используемая статистическая модель может быть неправильно специфицирована в отношении входящих в нее переменных и в отношении динамических связей между переменными. Но даже если статистическая модель специфицирована правильно с этой точки зрения, так, что по форме она совпадает с процессом порождения данных, неопределенность в процесс прогнозирования вносит необходимость статистического оценивания коэффициентов модели по имеющимся статистическим данным: оцененные коэффициенты не совпадают с истинными.

Еще одним источником ошибок прогнозов является неправильное измерение значений, непосредственно используемых при прогнозировании. Так, последние (наиболее свежие) значения макроэкономических переменных часто впоследствии подвергаются пересмотру (ревизии), что легко заметить, сравнивая исторические данные о значениях макроэкономических рядов, опубликованные в одном и том же издании в различные годы.

Clements и Hendry (в цитировавшихся выше работах) анализируют относительное влияние на качество прогнозов каждого из перечисленных возможных источников ошибок прогнозов и приходят к выводу о том, что наиболее драматическое ухудшение качества прогнозов связано со скачкообразным изменением параметров *DGP* при переходе от периода, на котором модель подбирается и оценивается, к периоду, для которого прогноз собственно и составляется. Разумеется, при этом имеется в виду, что построенная статистическая модель не учитывает (не предполагает) такого изменения *DGP*.

4.2. Календарный эффект

Для переменных интервального типа некоторую роль в возникновении ошибок прогноза может играть неучет календарного фактора. Рассмотрим в этой связи влияние календарного фактора, учитывающего количество дней в месяце, на характеристики прогнозов денежных рядов.

Для учета календарного фактора дополним правые части использованных ранее фиксированных моделей с аддитивным выбросом переменной, значения которой равны количеству дней в месяце (31, 30, 28 или 29).

Для ряда M0:

	08.2000–02.2001		08.2000–11.2001	
	Без учета	С учетом	Без учета	С учетом
RMSE	20762.60	19773.54	24404.03	23987.22
MAE	19084.87	17246.75	21787.85	21443.12
MAPE	5.247909	4.757094	5.128878	5.00533

Хотя переменная, отражающая календарный эффект, имеет статистически незначимый коэффициент (Р-значение=0.2248), ее учет привел к некоторому, но не очень существенному улучшению характеристик прогнозов, вычисляемых и для короткого и для расширенного интервала.

Для ряда M1:

	08.2000–02.2001		08.2000–11.2001	
	Без учета	С учетом	Без учета	С учетом
RMSE	30788.31	30803.10	35259.73	35139.85
MAE	25004.23	25015.30	30334.93	30190.61
MAPE	3.119278	3.119104	3.362247	3.347867

Здесь коэффициент при календарной переменной также статистически незначим, но с существенно большим Р-значением (0.8588). При учете этой переменной характеристики прогнозов практически не изменяются.

Для ряда M2:

	08.2000–02.2001		08.2000–11.2001	
	Без учета	С учетом	Без учета	С учетом
RMSE	41472.50	41062.65	37951.93	38869.82
MAE	30513.84	30165.17	31062.16	31184.74
MAPE	2.847573	2.806430	2.598554	2.619281

Коэффициент при календарной переменной статистически незначим с Р-значением 0.83788. При учете этой переменной характеристики прогнозов незначительно улучшаются на коротком периоде и незначительно ухудшаются на расширенном периоде.

### 4.3. Коррекция прогнозов методами «back-on-track» и «back-on-average»

В этом разделе мы исследуем возможность улучшения качества прогнозов путем коррекции получаемых на каждом шаге прогнозов с использованием описываемого ниже (в 4.3.2) метода «back-on-track» и его модификации – метода «back-on-average».

#### 4.3.1. M0

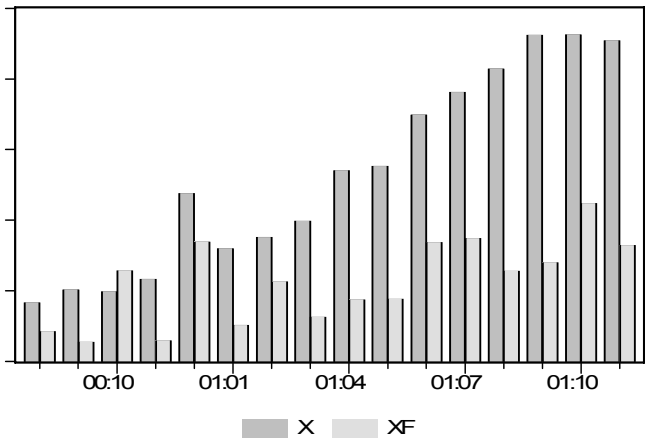
Здесь мы ограничимся только моделями с аддитивным выбросом.  
Прогнозы на временном интервале 08.2000–11.2001 (16 точек):

	DS ре-курс.	TS рекурс.	DS фикс.	TS фикс.
Root Mean Squared Error	17422.22	21420.81	24404.03	54664.95
Mean Absolute Error	13679.97	18606.90	21787.85	44497.54
Mean Absolute Percent Error	3.309110	4.320607	5.128878	9.520612

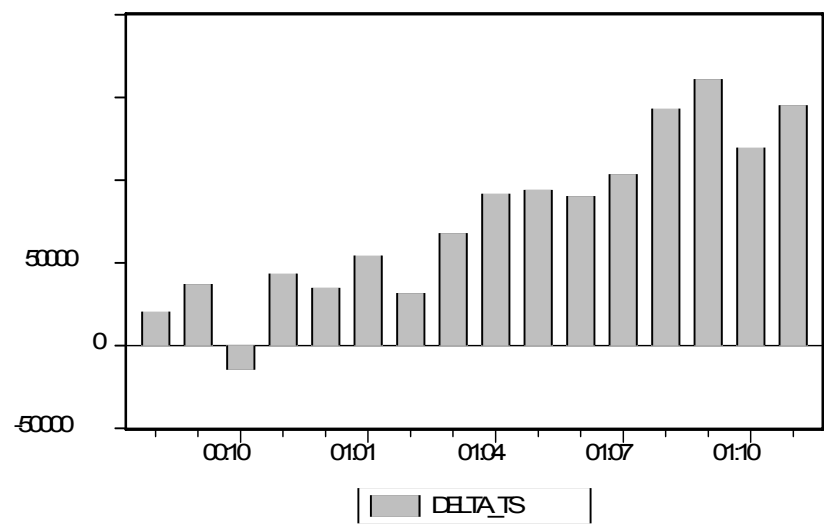
Наихудшие результаты дает прогнозирование по фиксированной TS-модели, приводящее к систематическому смещению прогнозов.

Для фиксированной TS-модели:

Наблюдения и прогнозы:



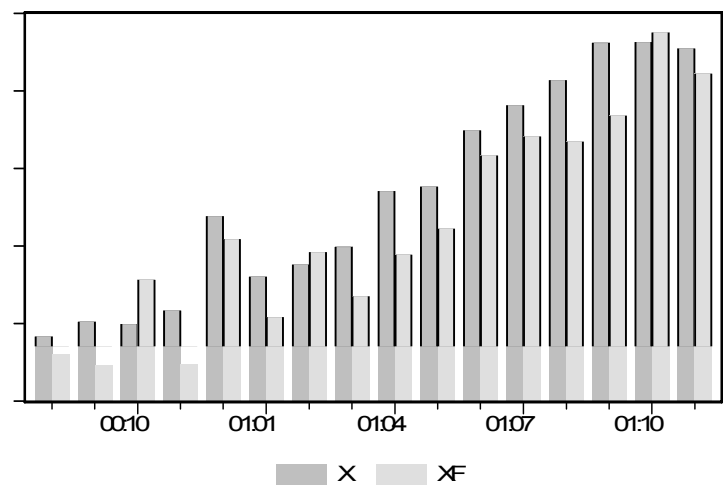
Ошибки прогнозов:



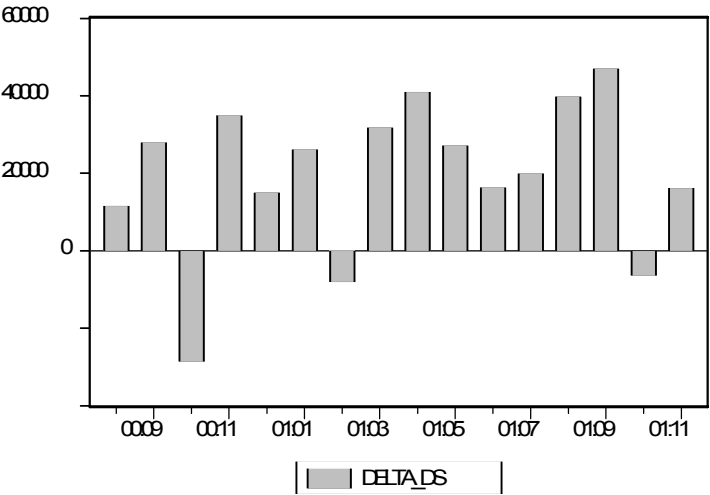
Смещение, хотя и не столь значительное, имеют и прогнозы по фиксированной *DS*-модели:

Для фиксированной *DS*-модели:

Наблюдения и прогнозы:



Ошибки прогнозов

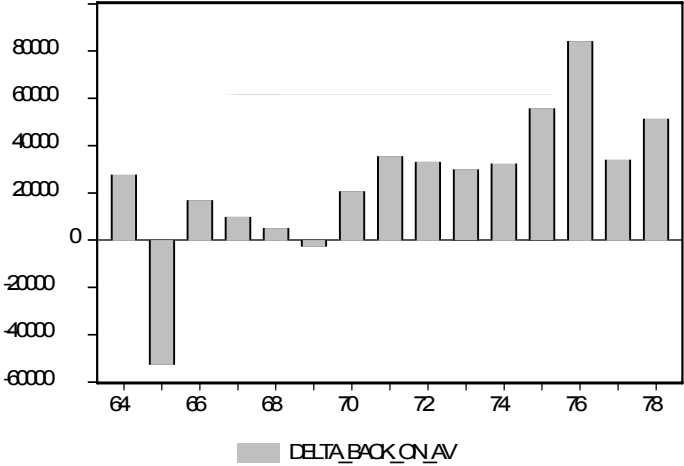


Проанализируем, что дает коррекция прогнозов по этим моделям методами «back-on-track» и «back-on-ave».

**TS-модель**

«Back-on-ave»:

Ошибки прогнозов

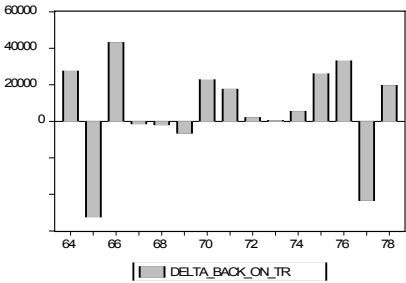


Характеристики прогнозов:

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	38846.15
Mean Absolute Error	32756.52
Mean Absolute Percent Error	7.247948

Скорректированные прогнозы улучшаются по сравнению с фиксированной *TS*-моделью, но оказываются хуже прогнозов по рекурсивной *TS*-модели. «Back-on-track»:

Ошибки скорректированных прогнозов



Характеристики скорректированных прогнозов

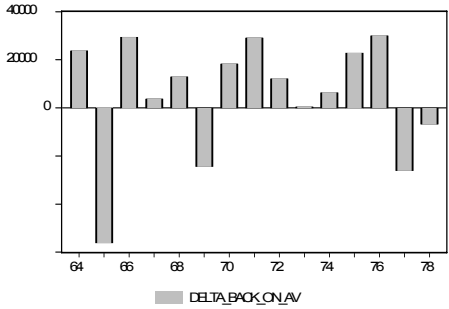
	Back-on-track
Root Mean Squared Error	26312.80
Mean Absolute Error	20334.04
Mean Absolute Percent Error	4.829495

Скорректированные прогнозы улучшаются по сравнению с фиксированной *TS*-моделью, лучше прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave», но хуже прогнозов, полученных по рекурсивной *TS*-модели.

**DS-модель**

«Back-on-ave»:

Ошибки скорректированных прогнозов





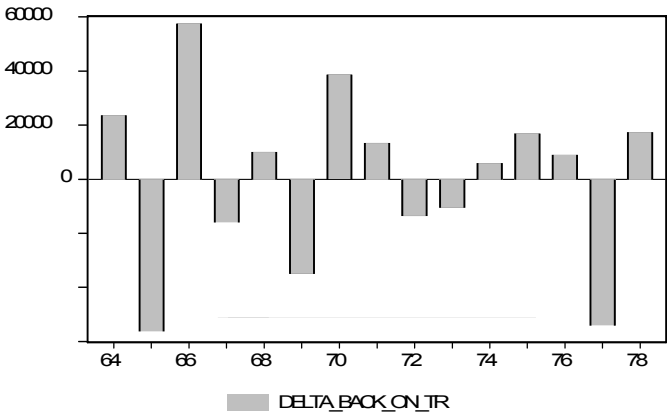
Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	24368.25
Mean Absolute Error	20210.75
Mean Absolute Percent Error	4.904167

Характеристики скорректированных прогнозов несколько лучше, чем у прогнозов по фиксированной *DS*-модели, но хуже, чем у прогнозов по рекурсивной *DS*-модели.

«Back-on-track»:

Ошибки скорректированных прогнозов



Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-track
Root Mean Squared Error	30762.63
Mean Absolute Error	25194.41
Mean Absolute Percent Error	6.142304

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-track», хуже прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *DS*-моделям, а также прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave».

4.3.2. M1

Модель в уровнях (TS-модель) с аддитивным выбросом  
Напомним полученные в главе 2 результаты прогнозирования по оцененной фиксированной TS-модели:

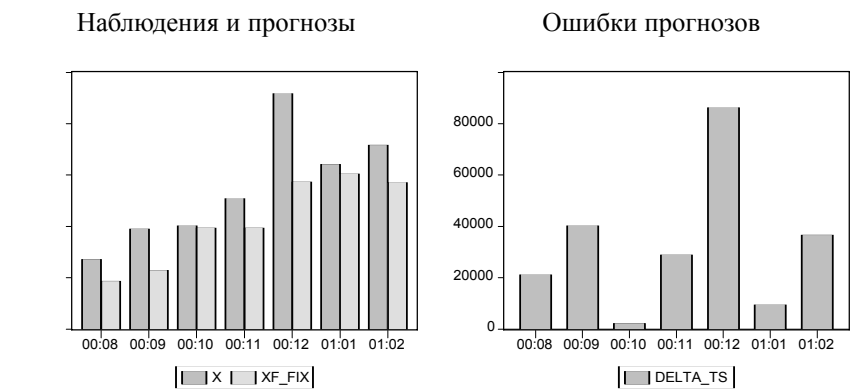
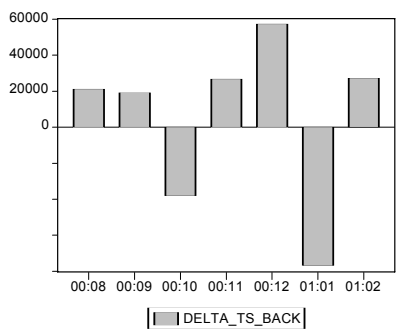


График ошибок прогноза указывает на явную смещенность прогнозов, полученных по использованной модели: прогнозные значения систематически недооценивают истинных значений ряда. В связи с этим проанализируем, что дало бы использование в процессе прогнозирования по указанной модели методики «back-on-track», исследовавшейся в работах [Clements P., D.F.Hendry (1998a)] и [Clements P., D.F.Hendry (1998b)]. Методика «back-on-track» состоит в коррекции каждого очередного одношагового прогноза, построенного по фиксированной модели, прибавлением к нему наблюдаемой ошибки предыдущего прогноза, построенного по той же модели.

Следуя этой методике, получаем следующие результаты.  
Ошибки скорректированных прогнозов:

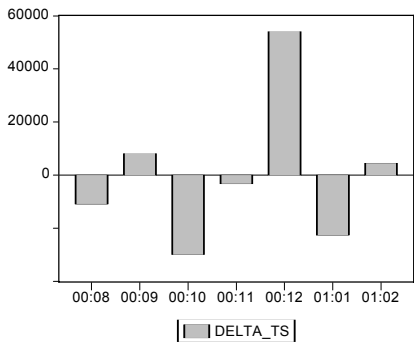


Характеристики прогнозов

	Фиксир. модель	Back-on-track
Root Mean Squared Error	40981.79	42890.17
Mean Absolute Error	32088.90	38012.71
Mean Absolute Percent Error	3.958528	4.750199

Систематическое смещение прогнозов устранено, однако все три характеристики в таблице ухудшились.

Рассмотрим теперь гипотетическую ситуацию, когда нам в силу каких-то причин известно, что при переходе к интервалу прогнозирования произойдет скачкообразное повышение уровня ряда на 32088.9 (это есть среднее значение delta\_ts на временном интервале прогнозирования). При наличии такой информации для прогнозирования следует использовать модифицированную фиксированную модель с постоянной составляющей, увеличенной на 32088.9. Ошибки прогнозов по модифицированной модели таковы:



Здесь так же, как и при применении метода «back-on-track», систематическое смещение одношаговых прогнозов устраняется, однако на этот раз это происходит без существенного возрастания вариабельности, что отражается на характеристиках точности прогнозов:

	С однократной коррекцией константы в фиксированной модели
Root Mean Squared Error	25491.36
Mean Absolute Error	19057.50
Mean Absolute Percent Error	2.356272

Все три характеристики весьма заметно улучшились.  
Таким образом, однократная коррекция константы в фиксированной модели дала значительно лучшие прогнозы по сравнению с исходной фиксированной моделью.

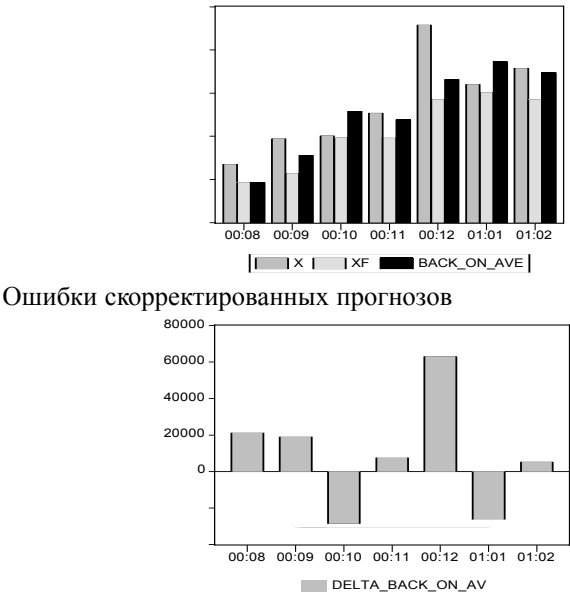
сированной моделью и по сравнению с методикой последовательной коррекции этой константы методом «back-on-track». Проблема, однако, в том, что информация о предстоящем сдвиге уровня ряда на прогнозируемом периоде может быть недоступной, даже если этот сдвиг в действительности планируется. Но и при наличии такой информации нельзя ожидать гарантированного осуществления планируемого сдвига, так что и в этом случае значения, приведенные в последней таблице, являются лишь ориентирами потенциально возможного улучшения характеристик прогноза посредством однократной коррекции константы в фиксированной модели.

**Модификация метода «back-on-track» – метод «back-on-ave»**

Здесь мы рассмотрим возможную модификацию метода «back-on-track» отличающуюся от последнего тем, что к каждому очередному одношаговому прогнозу, построенному по фиксированной модели, прибавляется среднее арифметическое наблюдаемых ошибок предыдущих одношаговых прогнозов, построенных по той же модели. Мы называем эту модификацию методом «back-on-average» или, для краткости, «back-on-ave».

Следуя методике «back-on-ave», получаем следующие результаты.

Наблюдаемые значения (X), прогнозы по фиксированной TS-модели (XF) и прогнозы, получаемые коррекцией по методу «back-on-ave» (BACK\_ON\_AVE):



Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	30187.74
Mean Absolute Error	24423.78
Mean Absolute Percent Error	3.046623

Применение процедуры «back-on-ave» для коррекции прогнозов по фиксированной модели устранило систематическое смещение прогнозов и привело к значительному улучшению точностных характеристик прогнозов. Последние хотя и не достигают минимальных значений, соответствующих модифицированной фиксированной модели с увеличенной (на 32088.9) постоянной составляющей, но существенно приближаются к этим минимальным значениям. Более того, характеристики прогнозов, полученные с применением метода «back-on-ave», оказались лучше характеристик прогнозов, полученных по всем другим вариантам моделей с аддитивным выбросом, что видно из уже приводившейся ранее таблицы.

	DS ре-курс.	TS рекурс.	DS фикс.	TS фикс.
Root Mean Squared Error	33750.29	35153.12	30788.31	40981.79
Mean Absolute Error	28915.77	29026.71	25004.23	32088.90
Mean Absolute Percent Error	3.604901	3.621122	3.119278	3.958528

Обратимся теперь к расширенному интервалу **08.2000–11.2001**, использованному в главе 3.

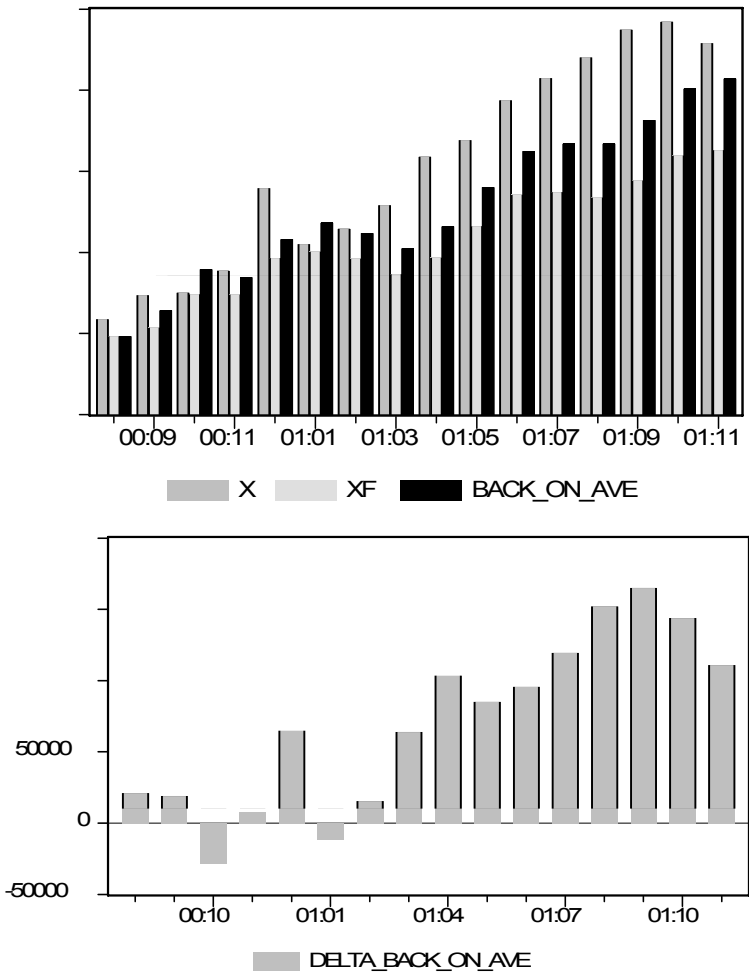
Напомним полученные там результаты последовательного одношагового прогнозирования значений ряда M1 для этого интервала (модели с аддитивным выбросом).

	DS ре-курс.	TS рекурс.	DS фикс.	TS фикс.
Root Mean Squared Error	37646.23	41033.29	35359.73	108578.5
Mean Absolute Error	30672.38	33871.66	30334.93	90923.73
Mean Absolute Percent Error	3.440899	3.775183	3.362247	9.368012

Качество прогнозов резко отличается в худшую сторону для фиксированной TS-модели.

Фактически данная таблица уже указывает на два возможных метода предупреждения получения столь неудовлетворительных результатов: использование для прогнозирования рекурсивных моделей и моделей в разностях. Проверим возможности двух других методов, уже использованных в данном разделе: «back-on-track» и «back-on-average» («back-on-ave»).

«Back-on- ave»:

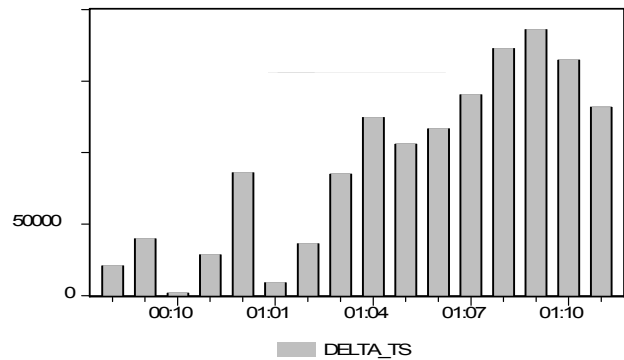


Характеристики скорректированной последовательности прогнозов на расширенном интервале:

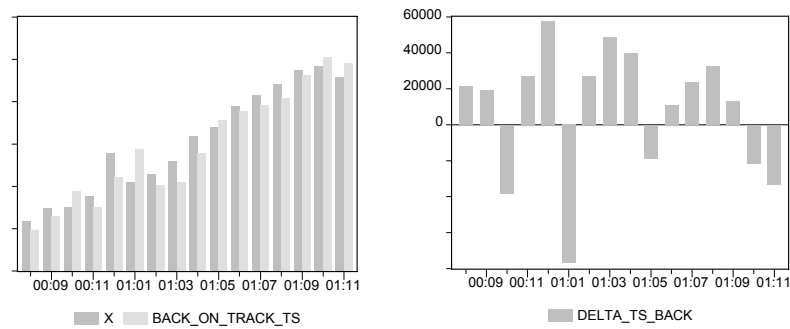
	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	62716.33
Mean Absolute Error	53497.27
Mean Absolute Percent Error	5.608093

На расширенном интервале характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave», по-прежнему значительно лучше характеристик прогнозов по фиксированной *TS*-модели. Однако на этот раз они заметно хуже прогнозов, получаемых по рекурсивным *DS*-моделям и по обеим *DS*-моделям.

Последнее объясняется поведением ошибок прогнозов по фиксированной *TS*-модели на расширенном интервале: на второй половине расширенного интервала эти ошибки весьма высоки, тогда как на первой половине этого интервала они относительно малы. Соответственно, среднеарифметические значения ошибок, используемые для коррекции, оказываются слишком малыми для того, чтобы компенсировать их возрастание на второй половине интервала.



В этой ситуации представляется вероятным более успешное применение метода «back-on-track» с коррекцией только на предыдущую ошибку прогноза. Применение этого метода приводит здесь к следующим результатам.



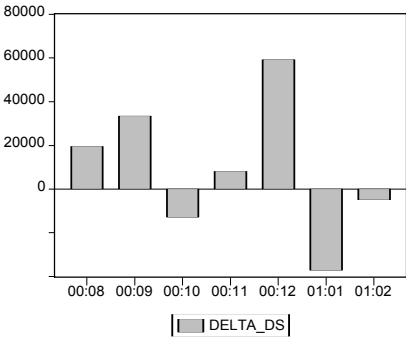
	Back-on-track
Root Mean Squared Error	35886.93
Mean Absolute Error	31706.01
Mean Absolute Percent Error	3.628869

Характеристики последовательности прогнозов, скорректированных методом «back-on-track», лучше характеристик прогнозов, полученных по рекурсивной *TS*-модели, но все же несколько хуже характеристик, получаемых по обеим *DS*-моделям.

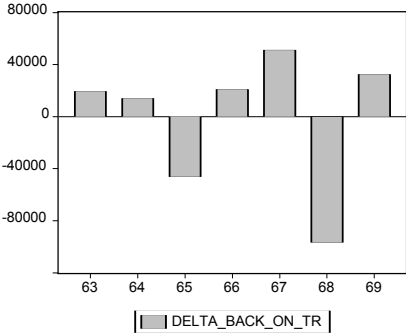
**Модель в разностях (DS-модель) с аддитивным выбросом**

Ошибки прогнозов

Фиксированная модель:



Back-on-track:



Характеристики прогнозов

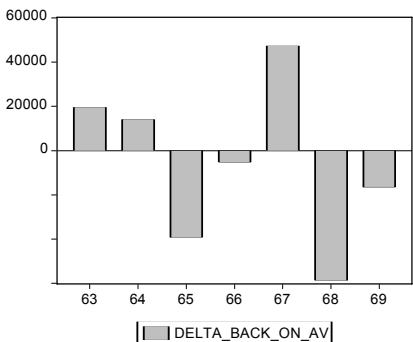
	Фиксир. модель	Back-on-track
Root Mean Squared Error	30788.31	47972.41
Mean Absolute Error	25004.23	40060.90
Mean Absolute Percent Error	3.119278	5.004921



Здесь, в отличие от *TS*-модели, выраженное систематическое смещение прогнозов по фиксированной модели отсутствует. Характеристики последовательности скорректированных (методом «back-on-track») прогнозов оказываются хуже характеристик нескорректированных прогнозов.

Результаты применения метода «back-on-ave»:

Ошибки прогнозов



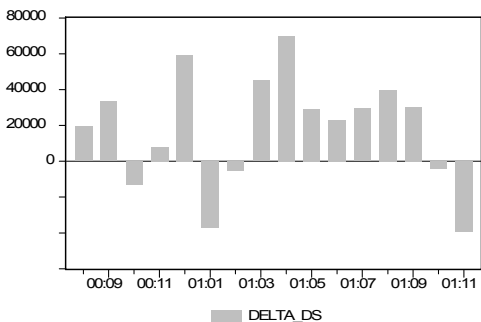
Характеристики прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	33987.66
Mean Absolute Error	28623.01
Mean Absolute Percent Error	3.583805

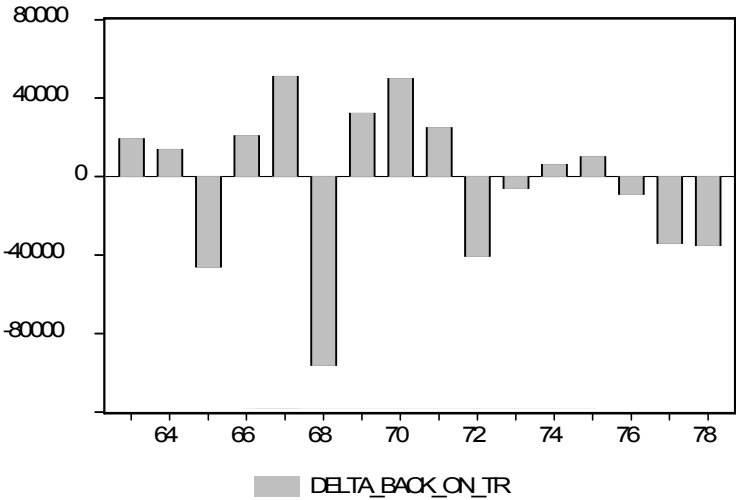
Характеристики последовательности прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave», оказались лучше характеристик прогнозов, полученных по рекурсивной *DS*-модели, но хуже характеристик, получаемых по фиксированной *DS*-модели, что видно из приводившейся выше таблицы.

Обратимся теперь к расширенному интервалу **08.2000–11.2001**.

Ошибки прогнозов по фиксированной *DS*-модели



Ошибки прогнозов, скорректированных методом «back-on-track»

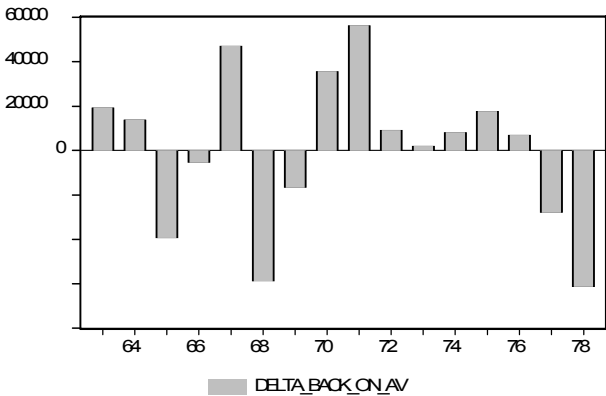


Характеристики прогнозов

	Фиксир. модель	Back-on-track
Root Mean Squared Error	35359.73	38409.81
Mean Absolute Error	30334.93	31134.30
Mean Absolute Percent Error	3.362247	3.597017

Характеристики прогнозов в результате коррекции ухудшились.  
«Back-on-ave»:

Ошибки скорректированных прогнозов



Характеристики скорректированной последовательности прогнозов на расширенном интервале:

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	33164.02
Mean Absolute Error	26333.67
Mean Absolute Percent Error	3.008401

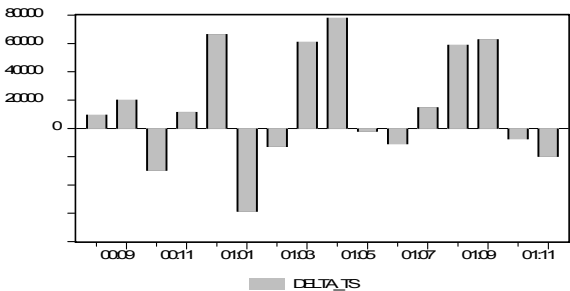
Коррекция методом «back-on-ave» привела к наилучшей последовательности одношаговых прогнозов.

4.3.3. M2

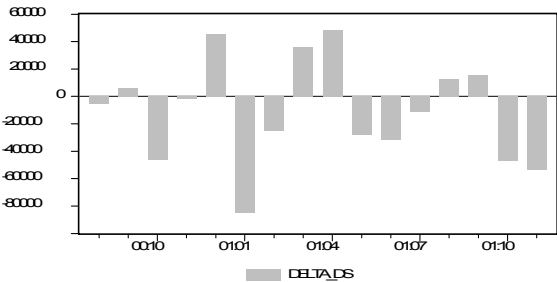
И здесь мы ограничимся только моделями с аддитивным выбросом.  
Прогнозы на временном интервале 08.2000–11.2001 (16 точек):

	DS ре-курс.	TS рекурс.	DS фикс.	TS фикс.
Root Mean Squared Error	39133.66	41913.71	37951.93	41623.77
Mean Absolute Error	28768.55	31083.92	31062.16	32920.79
Mean Absolute Percent Error	2.457265	2.656437	2.598554	2.762772

Ошибки прогнозов по фиксированной TS-модели



по фиксированной DS-модели



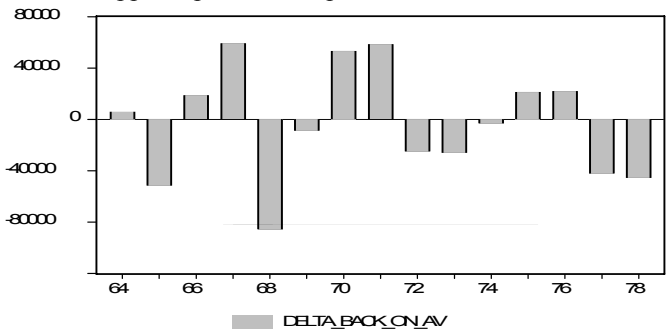
Систематическое смещение отсутствует и у прогнозов по *DS*-моделям, и у прогнозов по *TS*-моделям.

Проанализируем, что при этом дает коррекция прогнозов методами «back-on-track» и «back-on-ave».

**TS-модель:**

«Back-on-ave»:

Ошибки скорректированных прогнозов



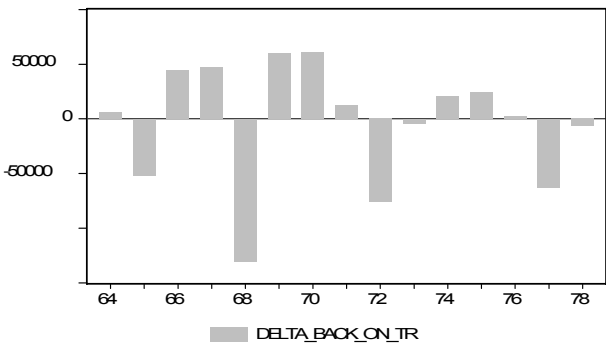
Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	41913.43
Mean Absolute Error	35127.43
Mean Absolute Percent Error	2.960978

Характеристики скорректированных прогнозов хуже характеристик прогнозов по фиксированной и по рекурсивной *TS*-моделям.

«Back-on-track»:

Ошибки скорректированных прогнозов



Характеристики скорректированных прогнозов

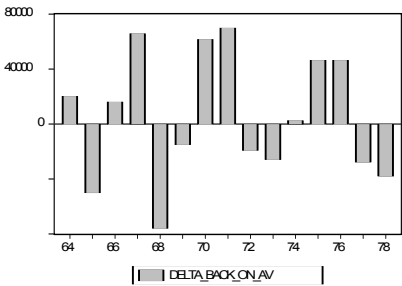
	Back-on-track
Root Mean Squared Error	52884.03
Mean Absolute Error	40505.50
Mean Absolute Percent Error	3.506794

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-track», хуже характеристик всех остальных прогнозов, полученных в классе *TS*-моделей.

**DS-модель**

«Back-on-ave»:

Ошибки скорректированных прогнозов



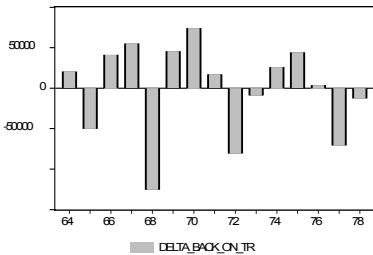
Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	44569.30
Mean Absolute Error	38767.36
Mean Absolute Percent Error	3.261524

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave», хуже характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *DS*-моделям.

«Back-on-track»:

Ошибки скорректированных прогнозов



Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-track
Root Mean Squared Error	55119.29
Mean Absolute Error	45006.80
Mean Absolute Percent Error	3.856839

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-track», хуже характеристик всех остальных прогнозов, полученных в классе *DS*-моделей.

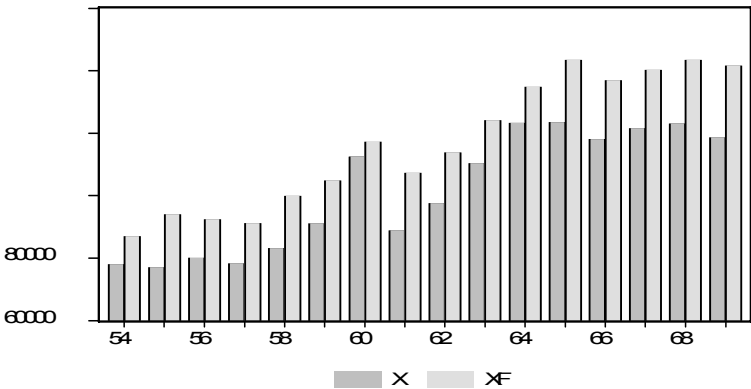
4.3.4. Налоговые доходы федерального бюджета

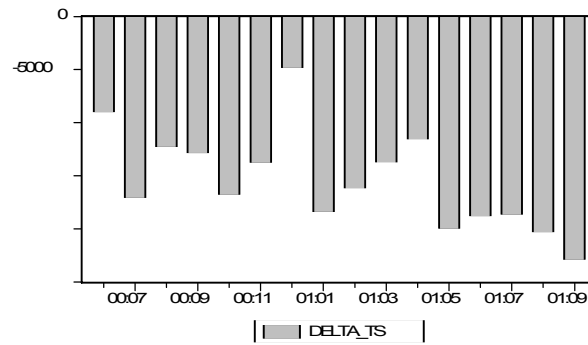
Ограничимся моделями с аддитивным выбросом.

Прогнозы на временном интервале 06.2000–09.2001 (16 точек):

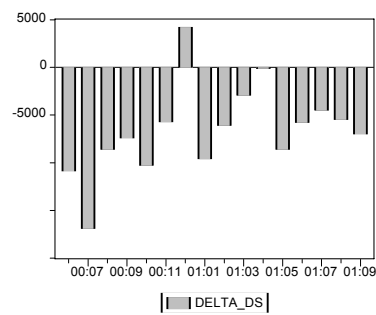
	DS ре-курс.	TS рекурс.	DS фикс.	TS фикс.
Root Mean Squared Error	6676.117	6983.570	8038.587	16075.68
Mean Absolute Error	5097.416	5367.743	7134.696	15428.55
Mean Absolute Percent Error	5.740951	6.044299	7.761660	15.44266

Наихудшие результаты дает прогнозирование по фиксированной *TS*-модели (заметим, что сам ряд на временном интервале оценивания фиксированной модели был классифицирован как *DS*-ряд), приводящее к систематическому смещению прогнозов – переоцениванию истинных значений ряда:





Впрочем, смещение, хотя и не столь значительное, имеют и прогнозы по фиксированной *DS*-модели:

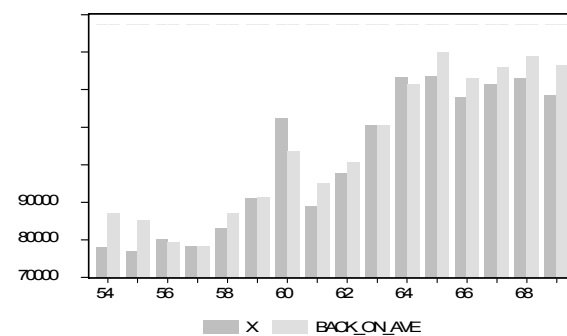


Проанализируем, что дает коррекция прогнозов по этим моделям методами «back-on-track» и «back-on-ave».

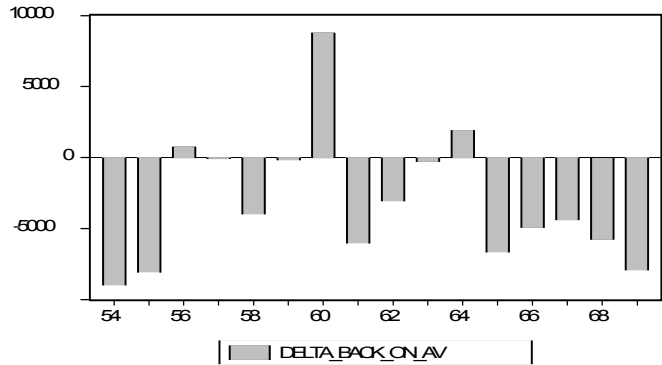
**TS-модель:**

«Back-on-ave»:

Наблюдения и скорректированные прогнозы



Ошибки скорректированных прогнозов



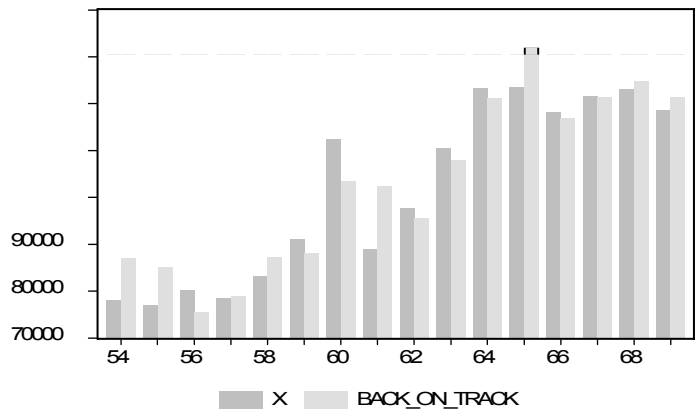
Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	5437.116
Mean Absolute Error	4485.736
Mean Absolute Percent Error	4.504539

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave», лучше характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *DS*-моделям.

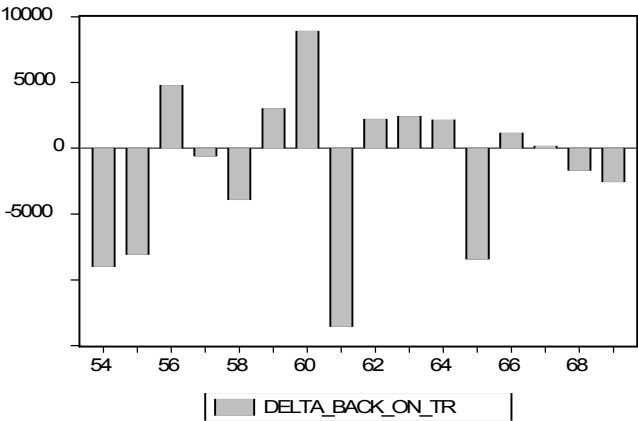
«Back-on-track»:

Наблюдения и скорректированные прогнозы





Ошибки скорректированных прогнозов



Характеристики скорректированных прогнозов

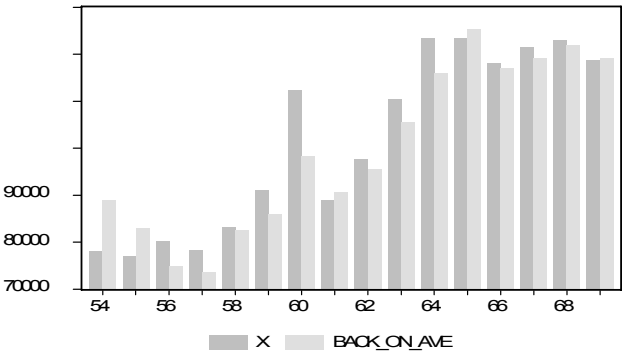
	Back-on-track
Root Mean Squared Error	5887.558
Mean Absolute Error	4543.872
Mean Absolute Percent Error	4.853807

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-track», лучше характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *TS*-моделям, но несколько хуже характеристик прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave».

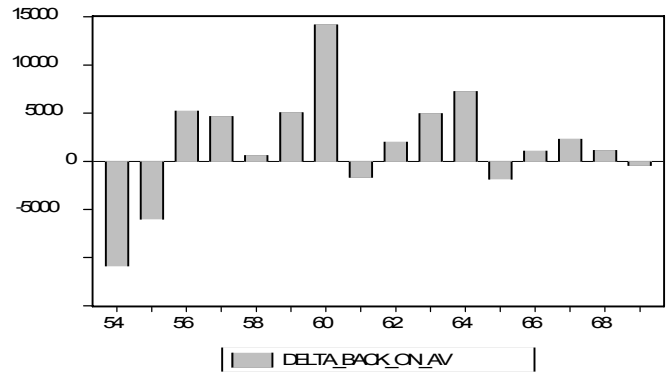
**DS-модель**

«Back-on-ave»:

Наблюдения и прогнозы



Ошибки скорректированных прогнозов



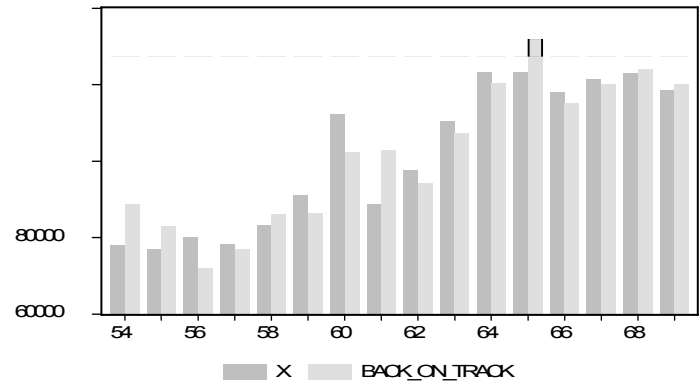
Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	5750.589
Mean Absolute Error	4359.457
Mean Absolute Percent Error	4.591145

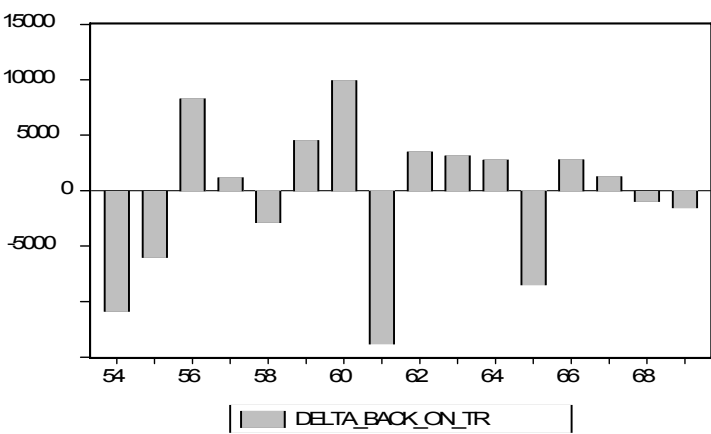
Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave», лучше характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *DS*-моделям.

«Back-on-track»:

Наблюдения и прогнозы



Ошибки скорректированных прогнозов



Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-track
Root Mean Squared Error	6419.555
Mean Absolute Error	5136.422
Mean Absolute Percent Error	5.476168

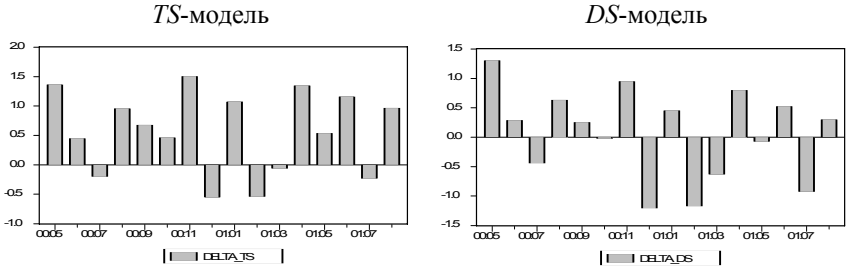
Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-track», лучше характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *DS*-моделям, но несколько хуже характеристик прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave».

4.3.5. Экспорт

Напомним результаты прогнозирования на расширенном интервале 05.2000-08.2001 (16 точек):

	DS ре-курс.	TS рекурс.	DS фикс.	TS фикс.
Root Mean Squared Error	0.710022	0.770122	0.734464	0.869509
Mean Absolute Error	0.594670	0.673983	0.622717	0.753316
Mean Absolute Percent Error	6.693006	7.542889	6.989588	8.393028

Ошибки прогнозов по фиксированным моделям:

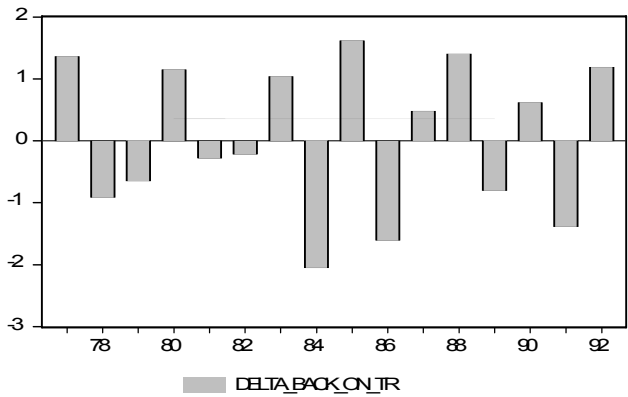


Выраженного систематического смещения прогнозов по обеим фиксированным моделям не наблюдается. Тем не менее попробуем произвести коррекцию этих прогнозов в режимах «back-on-track» и «back-on-ave».

*TS-модель*

«Back-on-track»:

Ошибки прогнозов

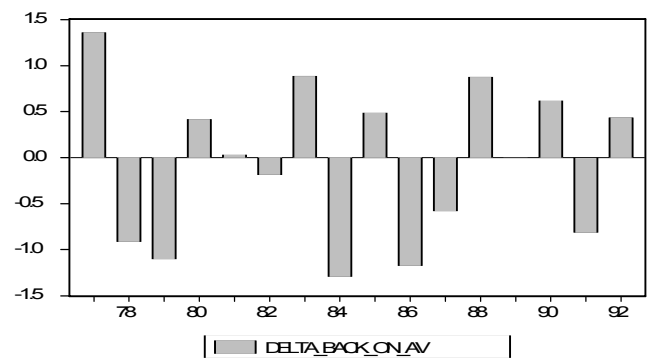


Характеристики прогнозов

	Back-on-track
Root Mean Squared Error	1.162296
Mean Absolute Error	1.047766
Mean Absolute Percent Error	11.79271

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-track», значительно хуже характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *TS*-моделям.

«Back-on-ave»:  
Ошибки прогнозов



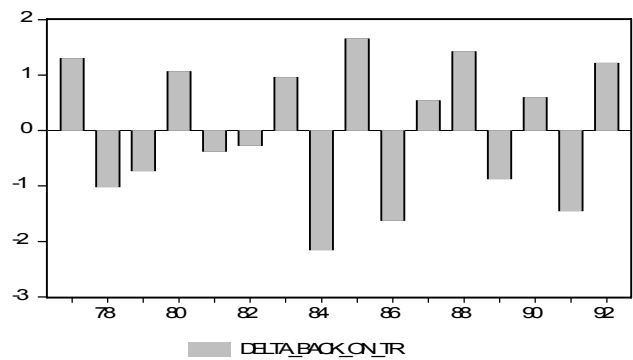
Характеристики прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	0.810727
Mean Absolute Error	0.698312
Mean Absolute Percent Error	7.863206

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave», несколько **хуже** характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *TS*-моделям, и значительно лучше характеристик прогнозов, скорректированных методом «back-on-track».

**DS-модель**

«Back-on-track»:  
Ошибки прогнозов



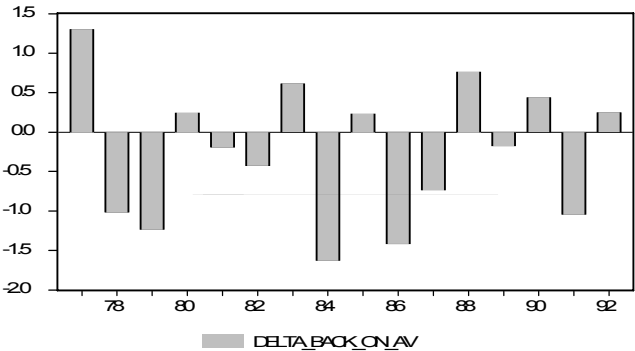
Характеристики прогнозов

	Back-on-track
Root Mean Squared Error	1.189322
Mean Absolute Error	1.080290
Mean Absolute Percent Error	12.165979

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-track», значительно хуже характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *DS*-моделям.

«Back-on-ave»:

Ошибки прогнозов



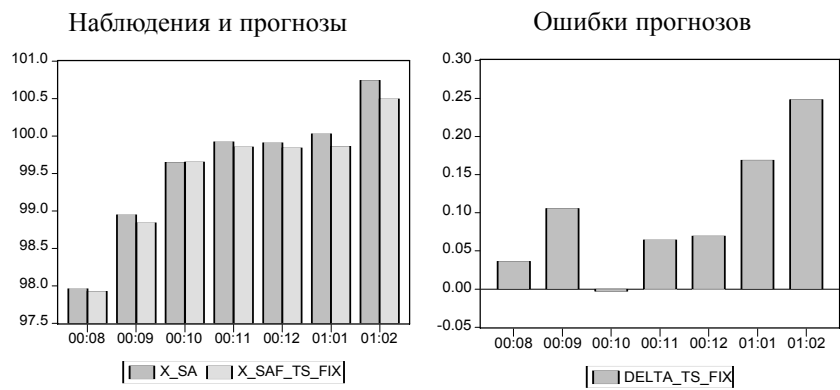
Характеристики прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	0.870558
Mean Absolute Error	0.732049
Mean Absolute Percent Error	8.266621

Характеристики прогнозов, скорректированных методом «back-on-ave», хуже характеристик прогнозов, полученных по фиксированной и рекурсивной *DS*-моделям, но значительно лучше характеристик прогнозов, скорректированных методом «back-on-track».

4.3.6. Индекс интенсивности производства цветных металлов

Сезонно скорректированный ряд  
Вспомним итоги прогнозирования для этого ряда по подобранной фиксированной *TS*-модели:

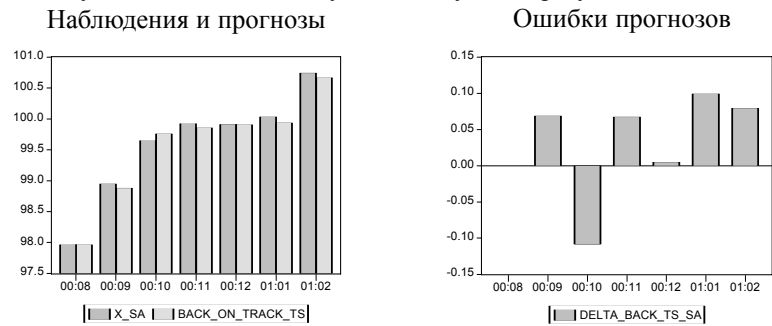


Характеристики прогнозов

	TS
Root Mean Squared Error	0.126271
Mean Absolute Error	0.099413
Mean Absolute Percent Error	0.099430

График ошибок прогноза указывает на явную смещенность прогнозов, полученных по использованной модели: прогнозные значения систематически недооценивают истинных значений ряда. В связи с этим проанализируем, что дало бы использование в процессе прогнозирования по указанной модели методики «back-on-track».

Следуя этой методике, получаем следующие результаты:



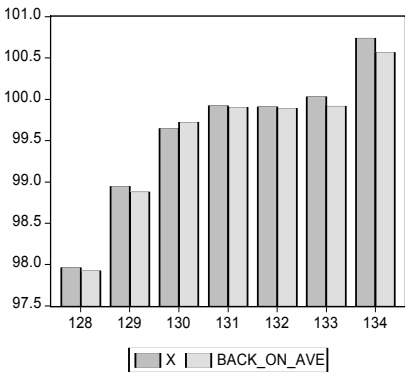
Характеристики прогнозов

	Back-on-track
Root Mean Squared Error	0.074136
Mean Absolute Error	0.066350
Mean Absolute Percent Error	0.066537

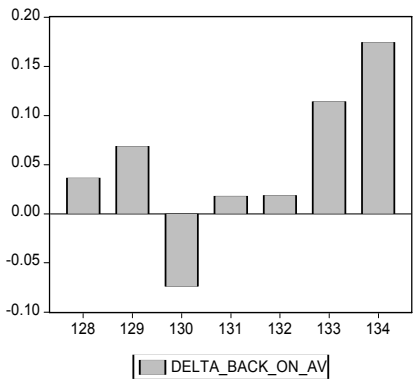
Качество прогноза с использованием методики «back-on-track» значительно улучшилось. По RMSE прогноз оказался даже лучше не только прогноза по фиксированной *TS*-модели, но и остальных трех прогнозов (по фиксированной *DS*-модели, по рекурсивной *TS*-модели и по рекурсивной *DS*-модели).

«Back-on-ave»:

Наблюдения и прогнозы



Ошибки прогнозов



Характеристики прогнозов

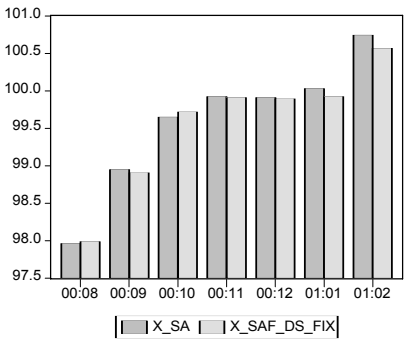
	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	0.089205
Mean Absolute Error	0.072079
Mean Absolute Percent Error	0.072144

Качество скорректированных прогнозов лучше, чем у прогнозов по фиксированной и рекурсивной *TS*-моделям, но несколько хуже, чем у прогнозов, скорректированных методом «back-on-track».

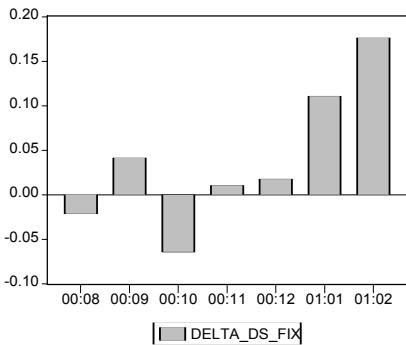
Применим те же две методики коррекции прогноза к фиксированной *DS*-модели.



Ранее мы получили следующее:  
Наблюдения и прогнозы



Ошибки прогнозов

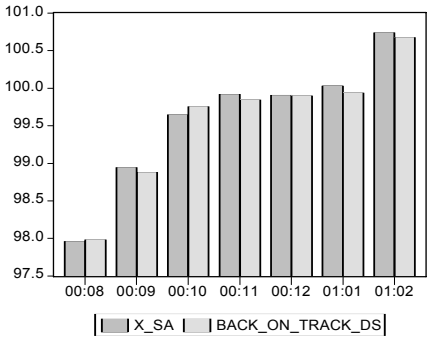


Характеристики прогнозов

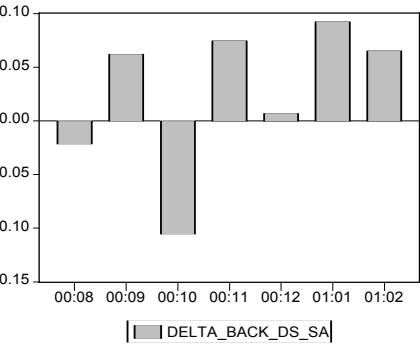
	DS
Root Mean Squared Error	0.084411
Mean Absolute Error	0.063081
Mean Absolute Percent Error	0.063052

При использовании методики «back-on-track» получаем следующие результаты:

Наблюдения и прогнозы



Ошибки прогнозов

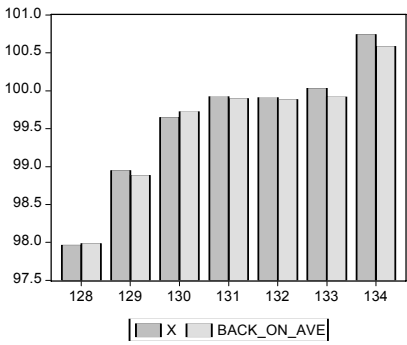


	Back-on-track
Root Mean Squared Error	0.069753
Mean Absolute Error	0.061431
Mean Absolute Percent Error	0.061579

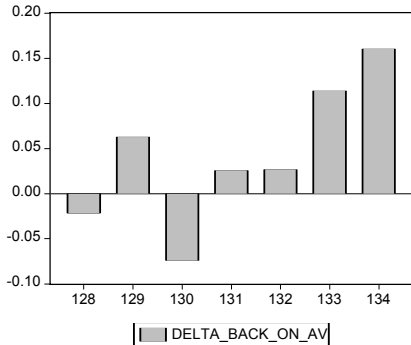
Качество прогнозов улучшилось, но незначительно.

«Back-on-ave»:

Наблюдения и прогнозы



Ошибки прогнозов



Характеристики прогнозов

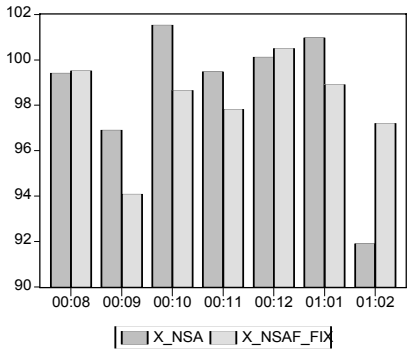
	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	0.084417
Mean Absolute Error	0.099174
Mean Absolute Percent Error	0.069202

Характеристики скорректированных прогнозов лучше, чем у прогнозов, полученных по рекурсивной *DS*-модели, но несколько хуже, чем у прогнозов, полученных по фиксированной *DS*-модели, и у прогнозов, скорректированных методом «back-on-track».

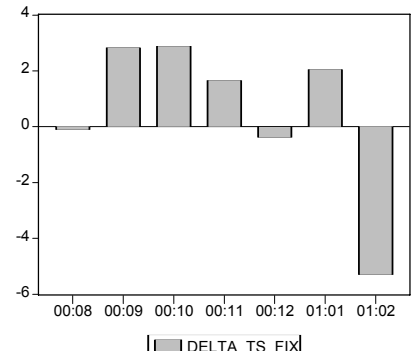
Нескорректированный ряд

Итоги прогнозирования для этого ряда по оцененной фиксированной *TS*-модели:

Наблюдения и прогнозы



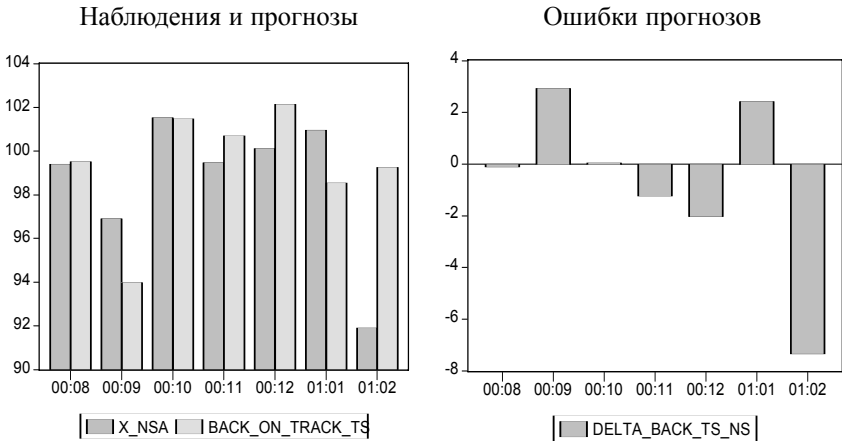
Ошибки прогнозов



Характеристики прогнозов

	TS
Root Mean Squared Error	2.709401
Mean Absolute Error	2.169326
Mean Absolute Percent Error	2.241112

Следуя методике «back-on-track», получаем следующие результаты:



Характеристики прогнозов

	TS
Root Mean Squared Error	3.252290
Mean Absolute Error	2.302860
Mean Absolute Percent Error	2.405861

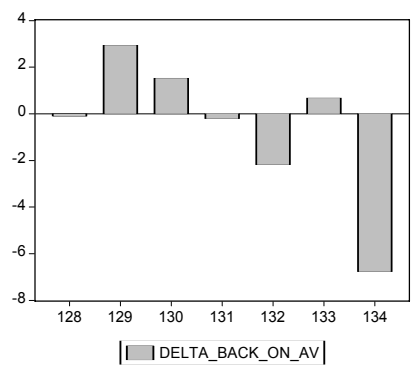
В этом случае методика «back-on-track» не дала улучшения прогнозов, и это связано с существенным ухудшением прогноза на февраль 2001 г.

Вместе с тем, если сравнивать альтернативные прогнозы, не включая в рассмотрение прогноз на этот месяц, то тогда получаем следующие результаты:

	TS-фикс.	«Back-on-track»
Root Mean Squared Error	1.973102	1.832792
Mean Absolute Error	1.648535	1.463207
Mean Absolute Percent Error	1.654562	1.475603

На этом периоде методика «back-on-track» улучшает прогнозы.

«Back-on-ave»:  
Ошибки прогнозов



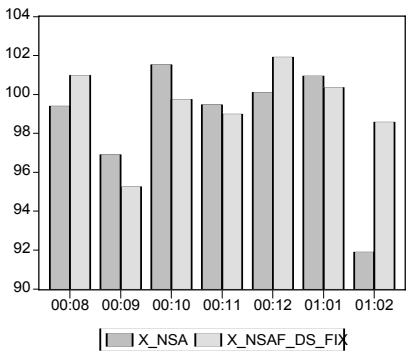
Характеристики скорректированных прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	2.980953
Mean Absolute Error	2.059774
Mean Absolute Percent Error	2.154163

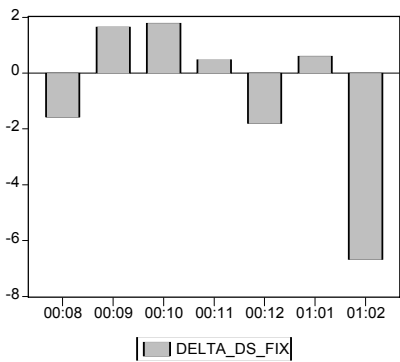
Методика «back-on-ave» несколько улучшает прогнозы по фиксированной и рекурсивной *TS*-моделям.

Рассмотрим теперь итоги прогнозирования ряда по подобранной фиксированной *DS*-модели:

Наблюдения и прогнозы



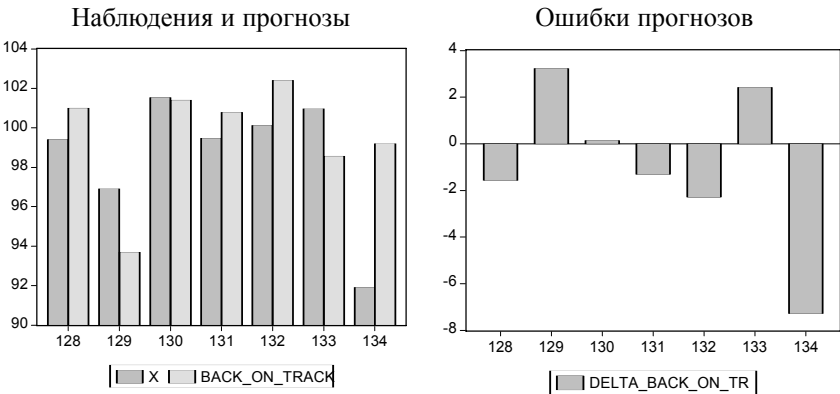
Ошибки прогнозов



Характеристики прогнозов

	DS
Root Mean Squared Error	2.850249
Mean Absolute Error	2.082808
Mean Absolute Percent Error	2.171102

Результаты применения корректирующих процедур.  
«Back-on-track»:

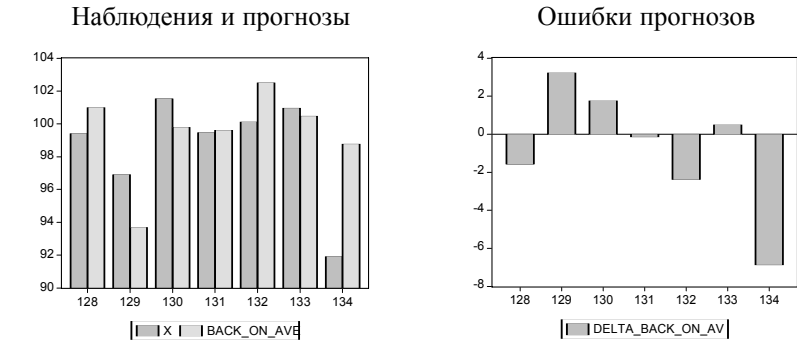


Характеристики прогнозов

	Back-on-track
Root Mean Squared Error	3.352380
Mean Absolute Error	2.603443
Mean Absolute Percent Error	2.708143

Применение методики «back-on-track» привело к ухудшению характеристик прогнозов.

«Back-on-ave»:



Характеристики скорректированных прогнозов

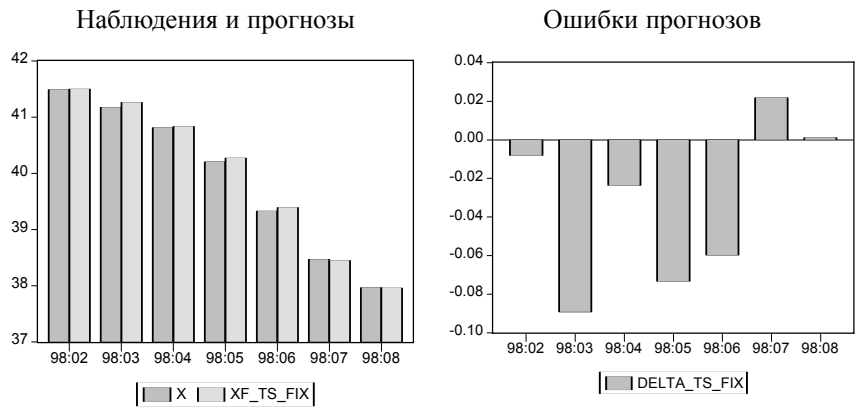
	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	3.141902
Mean Absolute Error	2.349225
Mean Absolute Percent Error	2.446948

Применение методики «back-on-ave» также привело к ухудшению характеристик прогнозов, хотя и не столь значительному, как при применении методики «back-on-track».

4.3.7. Индекс интенсивности промышленного производства

Ранее мы рассмотрели прогнозы для этого (сезонно скорректированного) ряда по фиксированным *TS*- и *DS*-моделям, оцененным на временном интервале с 01.1994 по 01.1998.

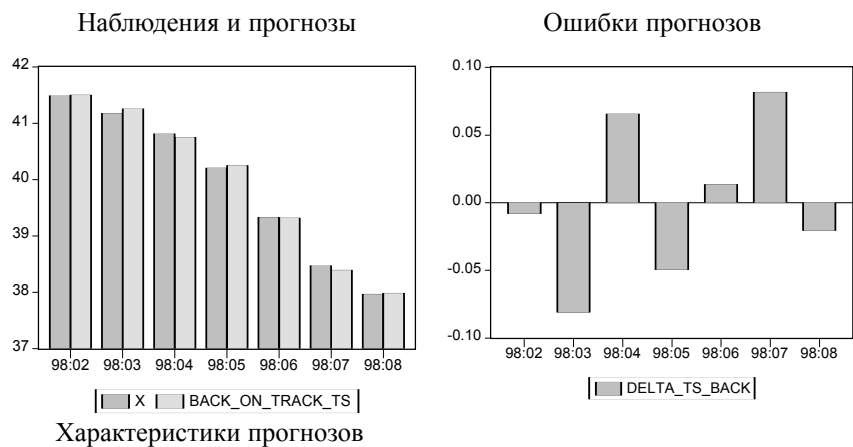
Прогнозы по фиксированной *TS*-модели:



Характеристики прогнозов

	TS
Root Mean Squared Error	0.050764
Mean Absolute Error	0.039615
Mean Absolute Percent Error	0.098420

При использовании методики «back-on-track» получаем следующие результаты:

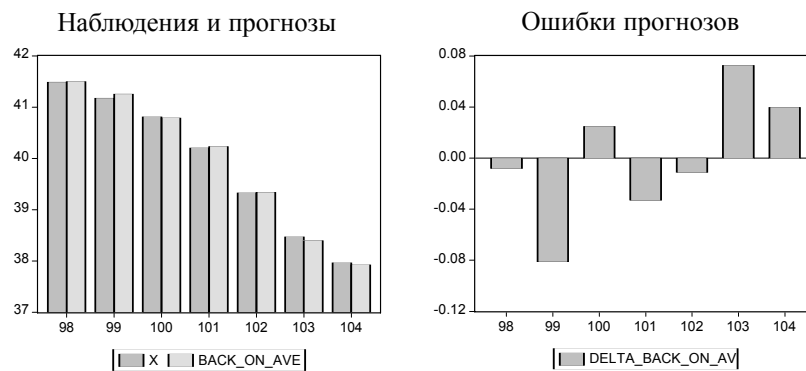


Характеристики прогнозов

	TS
Root Mean Squared Error	0.054357
Mean Absolute Error	0.045757
Mean Absolute Percent Error	0.114544

Прогнозы в целом ухудшились: систематическое смещение прогнозов устраняется за счет их большей вариабельности, что, в конечном счете, привело к ухудшению характеристик прогнозов.

При использовании методики «back-on-ave» результаты таковы:

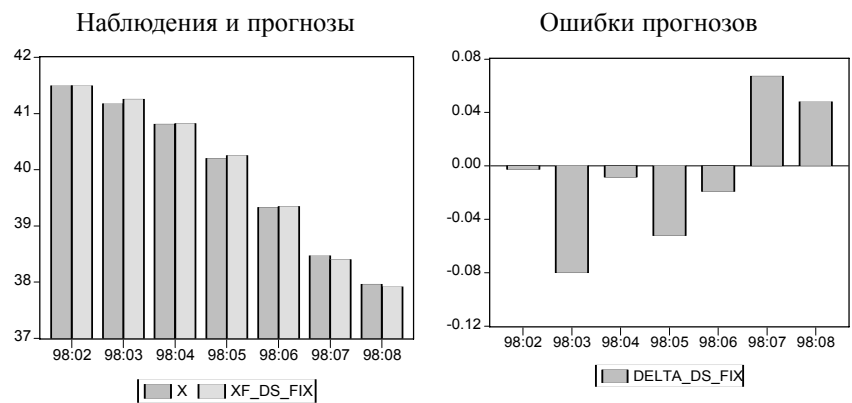


Характеристики прогнозов

	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	0.046849
Mean Absolute Error	0.038710
Mean Absolute Percent Error	0.097472

Характеристики прогнозов по фиксированной *TS*-модели практически не изменяются при коррекции прогнозов методом «back-on-ave».

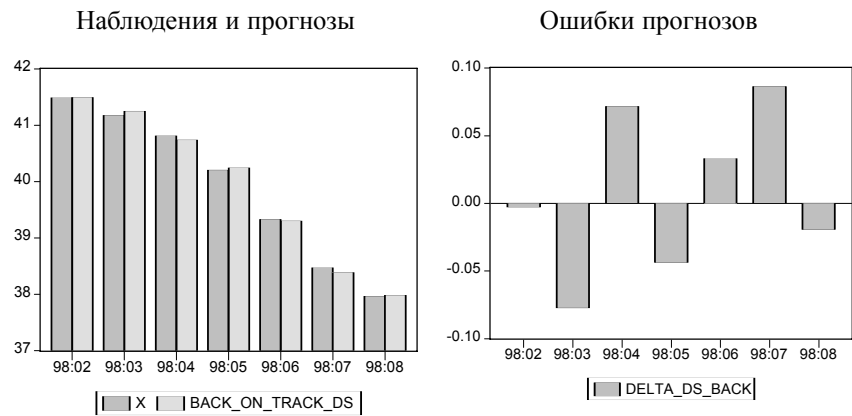
Прогнозы по фиксированной *DS*-модели:



Характеристики прогнозов

	DS
Root Mean Squared Error	0.048401
Mean Absolute Error	0.039698
Mean Absolute Percent Error	0.100229

При использовании методики «back-on-track» получаем следующие результаты:





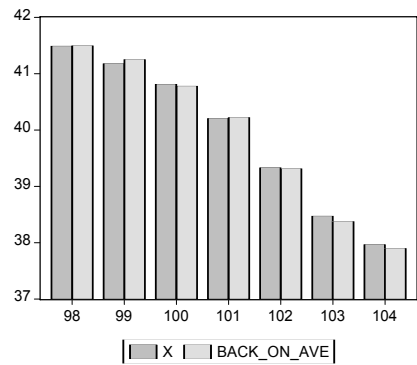
Характеристики прогнозов

	Back-on-track
Root Mean Squared Error	0.055997
Mean Absolute Error	0.047726
Mean Absolute Percent Error	0.119700

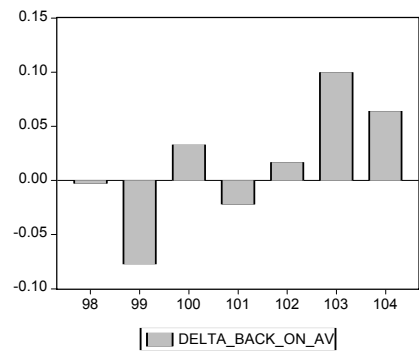
И в этом случае уменьшение смещения прогнозов, достигнутое ценой возрастания их вариабельности, в конечном счете, привело к ухудшению характеристик прогнозов.

При использовании методики «back-on-ave» результаты таковы:

Наблюдения и прогнозы



Ошибки прогнозов



Характеристики прогнозов

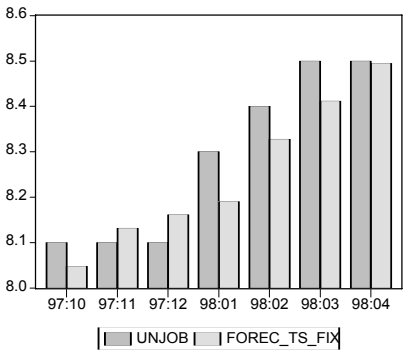
	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	0.055864
Mean Absolute Error	0.045015
Mean Absolute Percent Error	0.114184

Уменьшение смещения прогнозов достигается ценой возрастания их вариабельности, что в конечном счете привело к ухудшению характеристик прогнозов.

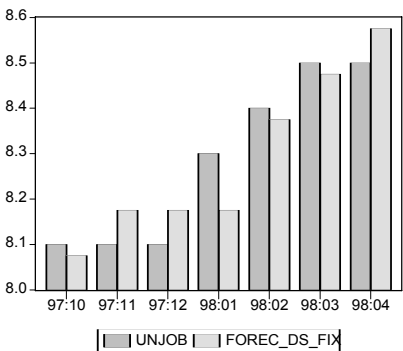
4.3.8. Безработица

В главе 1 были получены следующие результаты для прогнозов по оцененным фиксированным *TS*- и *DS*-моделям (оценивание на временном интервале 01.1994-09.1997, одношаговые прогнозы на временном интервале 10.1997-04.1998).

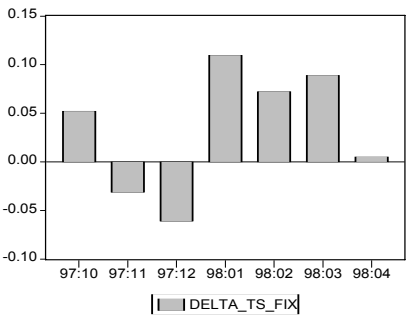
Наблюдения и прогнозы  
*TS*-модель



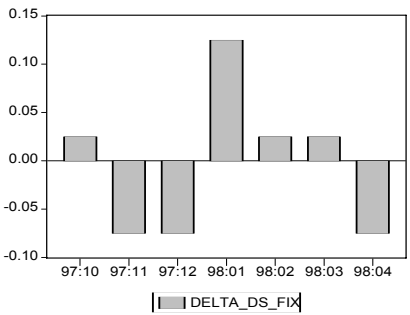
*DS*-модель



Ошибки прогнозов  
*TS*-модель



*DS*-модель



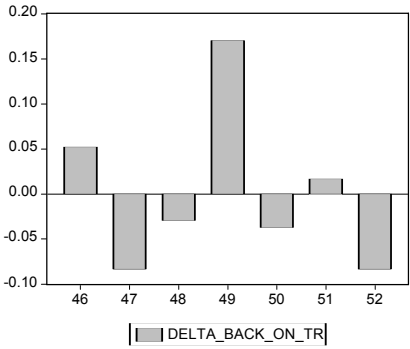
Характеристики прогнозов по фиксированным и рекурсивным моделям

	DS ре-курс.	TS рекурс.	DS фикс.	TS фикс.
Root Mean Squared Error	0.070806	0.067143	0.070076	0.068207
Mean Absolute Error	0.061088	0.060246	0.060714	0.060048
Mean Absolute Percent Error	0.738836	0.727211	0.734373	0.724306

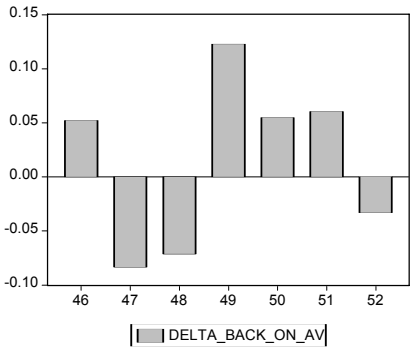
Скорректированные прогнозы:

**TS-модель:**

«Back-on-track»



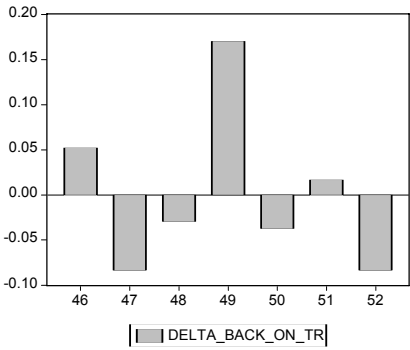
«Back-on-ave»



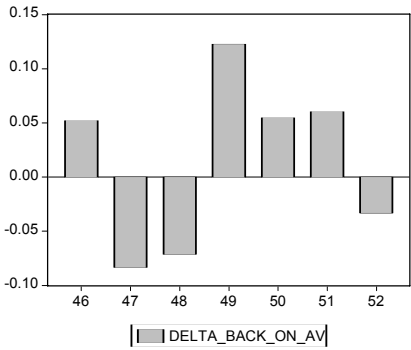
	Back-on-track	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	0.083033	0.073324
Mean Absolute Error	0.067588	0.068324
Mean Absolute Percent Error	0.816525	0.827066

**DS-модель:**

«Back-on-track»



«Back-on-ave»



	Back-on-track	Back-on-ave
Root Mean Squared Error	0.083033	0.733244
Mean Absolute Error	0.067588	0.068324
Mean Absolute Percent Error	0.816525	0.827066

Для ряда данных о безработице обе корректирующие процедуры приводят фактически к одним и тем же характеристикам, которые оказались хуже, чем для прогнозов и по фиксированным, и по рекурсивным моделям.