

Глава 5. Моделирование и прогноз налоговых поступлений в консолидированный и федеральный бюджеты РФ

Целью данной главы является выбор наиболее подходящих моделей и методов для регулярного построения краткосрочных прогнозов поступлений основных налогов в консолидированный и федеральный бюджеты РФ. В этой главе будут рассмотрены эконометрические модели, основанные на авторегрессионных процессах и процессах скользящего среднего (ARIMA), а также модель оценки поступлений (Revenue Estimating Model, REM)². Для каждого из исследуемых временных рядов построены два типа эконометрических моделей – модели для процессов с детерминированным трендом (*TS*-модели) и модели для процессов со стохастическим трендом (*DS*-модели); при этом даже при ложной классификации, мы будем рассматривать обе модели, и нас будет интересовать разница в качестве прогнозов рассматриваемых *TS* и *DS*-моделей. Для исследования выбраны шесть временных рядов: суммарные налоговые поступления и поступления налога на прибыль в консолидированный и федеральный бюджеты, поступления НДС в консолидированный бюджет и поступления подоходного налога в консолидированный бюджет. В конце главы представлены результаты сравнения многошаговых прогнозов эконометрических моделей с соответствующими прогнозами, которые получены в модели оценки поступлений.

Общие замечания:

- При расчетах используются ежемесячные данные по налоговым поступлениям (источник – Министерство финансов РФ) в постоянных ценах декабря 1993 г. В качестве дефлятора использовался индекс потребительских цен по данным Госкомстата РФ, как наиболее корректный и достоверный регулярно рассчитываемый ценовой индекс.

² Модель оценки поступлений была предложена в качестве примера для сравнения результатов прогнозирования при помощи простой модели – калькулятора для расчета прогноза с использованием простых корректировок предыдущих значений налоговых поступлений и эконометрических ARIMA-моделей. Авторы выражают благодарность профессору Р. Конраду (Public Finance Group, Duke Center for International Development) за предоставление каркаса данной модели и полезные замечания и комментарии при подготовке прогнозов.

- Для проверки существования единичного корня и наличия тренда во временных рядах использовался ADF-тест и процедура Dolado, Jenkinson'a и Sosvilla-Rivero. Исследование на автокорреляцию остатков проводилось на основе Q-статистики и теста множителей Лагранжа (LM-тест). Выбор наилучшей модели осуществляется на основании информационных критериев Akaikie (AIC) и Schwarz'a (BIC).

При построении одношаговых прогнозов применялись три метода:

1. На каждый последующий месяц прогноз рассчитывается с помощью уравнения регрессии вновь оцененного по фактическим данным за все предшествующие месяцы (ниже – метод 1).
2. Прогноз с добавлением фактических данных без переоценки коэффициентов модели (ниже – метод 2).
3. Прогноз на каждый последующий месяц равен сумме прогноза по второму методу и ошибки прогноза в предыдущем периоде (ниже – метод 3).

5.1. Поступления подоходного налога

Поступления подоходного налога в рассматриваемый период характеризуются значительными колебаниями; при этом в некотором смысле в отдельные периоды 1995–1998 и 1998–2002 гг. поступления характеризуются относительно стабильной динамикой с повторяющейся сезонностью (см. *рис. 5.1.1*). Поскольку одной из главных целей работы является построение прогнозов на будущие периоды, для моделирования был выбран последний интервал времени с относительно стабильной динамикой: с октября 1998 г. по март 2002 г.

При проверке с помощью ADF-теста, добавляя при этом от 1 до 3 лагов согласно правилу $T^{1/3}$ (T – количество наблюдений), гипотеза о наличии единичного корня в рассматриваемом временном ряде на данном интервале отвергается. При этом проверки указывают на то, что данный ряд является стационарным относительно тренда. Для того, чтобы учесть регулярные пики в декабре (выплата вознаграждений и премий по результатам года), июле (выплата отпускных) и снижение поступлений в январе (новогодние каникулы, невысокие поступления после декабря в условиях относительно высокой инфляции), были использованы фиктивные переменные, равные единице в соответствующие месяцы и нулю – в остальные месяцы года ($DUM12$, $DUM07$, $DUM01$).

Используемые для расчетов переменные:
 INC – реальные поступления подоходного налога.
 T – линейный тренд.
 DUM12 – фиктивная переменная, равная единице в декабре и нулю во все остальные месяцы.
 DUM01 – фиктивная переменная, равная единице в январе и нулю во все остальные месяцы.
 DUM07 – фиктивная переменная, равная единице в июле и нулю во все остальные месяцы.



Рис. 5. 1.1

Таблица 5.1.1

TS-модель поступлений по подоходному налогу (1998.10–2002.03)

Dependent Variable: INC				
Method: Least Squares				
Sample: 1998:10 2002:03				
Included observations: 42				
Convergence achieved after 98 iterations				
Backcast: 1997:07 1998:09				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.368642	0.028271	-13.03962	0.0000
@TREND	0.008539	0.000266	32.12224	0.0000
DUM12	0.382276	0.015178	25.18601	0.0000
DUM01	-0.177080	0.016995	-10.41934	0.0000
DUM07	0.157104	0.018094	8.682851	0.0000
AR(1)	-0.734847	0.112648	-6.523371	0.0000
AR(3)	0.477936	0.085368	5.598534	0.0000
MA(3)	-0.181721	0.081469	-2.230549	0.0326
SMA(12)	0.885662	0.000118	7481.354	0.0000
R-squared	0.985717	Mean dependent var		0.532409
Adjusted R-squared	0.982254	S.D. dependent var		0.147497
S.E. of regression	0.019649	Akaike info criterion		-4.834204
Sum squared resid	0.012740	Schwarz criterion		-4.461846
Log likelihood	110.5183	F-statistic		284.6740
Durbin-Watson stat	1.906247	Prob(F-statistic)		0.000000

На основании значений выборочной автокорреляционной и частной автокорреляционной функций, а также критерия Шварца, в уравнение были добавлены авторегрессионные члены первого и третьего порядков и члены скользящего среднего с лагами в три и двенадцать периодов. Результаты LM-теста для первых 16 лагов не выявляют автокорреляции остатков.

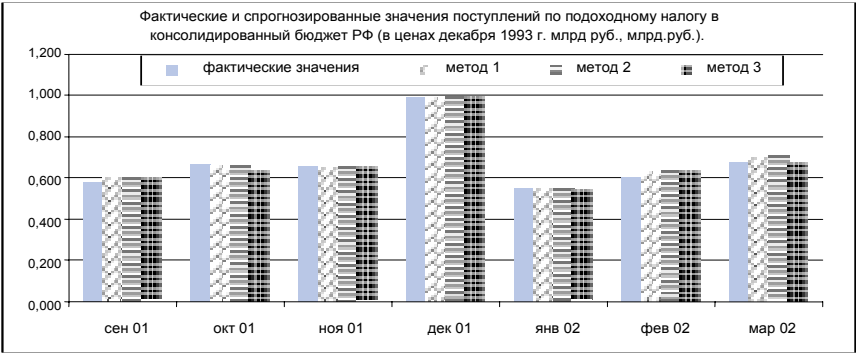


Рис. 5.1.2. TS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Как уже упоминалось выше, мы будем оценивать для временных рядов и TS, и DS-модели, и обращать внимание на качество прогнозов вне зависимости от результатов теста на единичный корень. Ниже приведены результаты оценок и прогнозирования поступлений подоходного налога по DS-модели.

Таблица 5.1.2

DS-модель поступлений подоходного налога (1998.10-2002.03)

Dependent Variable: D(INC)				
Method: Least Squares				
Sample(adjusted): 1998:10 2002:03				
Included observations: 42 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 22 iterations				
Backcast: 1998:06 1998:09				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.011317	0.004652	2.432575	0.0204
DUM01	-0.340414	0.027533	-12.36391	0.0000
DUM12	0.275983	0.024858	11.10259	0.0000
DUM07	0.069992	0.021531	3.250717	0.0026
D(INC(-1))	-0.349235	0.039997	-8.731509	0.0000
D(INC(-2))	-0.236336	0.038229	-6.182137	0.0000
D(INC(-8))	0.107250	0.033499	3.201599	0.0030
MA(4)	-0.931761	0.046427	-20.06926	0.0000
R-squared	0.977238	Mean dependent var		0.008588
Adjusted R-squared	0.972552	S.D. dependent var		0.167083
S.E. of regression	0.027681	Akaike info criterion		-4.166466
Sum squared resid	0.026053	Schwarz criterion		-3.835481
Log likelihood	95.49579	F-statistic		208.5321
Durbin-Watson stat	2.285610	Prob(F-statistic)		0.000000

По результатам тестов для устранения коррелированности остатков в уравнение был добавлен член скользящего среднего четвертого порядка.

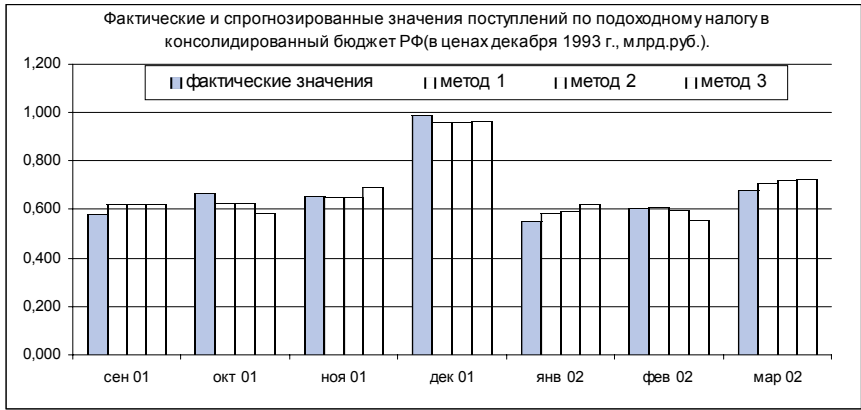


Рис. 5.1.3. DS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Судя по диаграммам и таблице, представленной ниже, качество прогноза зависит в основном от типа модели (*TS* или *DS*), а не от выбранного метода. Можно отметить, что *TS*-модели, в целом, дают более качественный одношаговый прогноз для поступлений по подоходному налогу. Наименьшая относительная ошибка отклонения получается при использовании первого метода, т.е. метода с переоценкой коэффициентов регрессии при добавлении новых данных.

Таблица 5.1.3

Характеристики одношаговых прогнозов налоговых поступлений по подоходному налогу (в консолидированный бюджет) *TS*- и *DS*-моделей

	Метод 1		Метод 2		Метод 3	
	TS	DS	TS	DS	TS	DS
Среднее квадратичное отклонение	0.018	0.030	0.020	0.033	0.019	0.053
Среднее абсолютное отклонение	0.013	0.026	0.014	0.029	0.014	0.050
Среднее абсолютное отклонение в %	2.004%	4.016%	2.260%	4.511%	2.227%	7.910%

5.2. Поступления налога на прибыль

Для моделирования налога на прибыль был выбран период с января 1999 г. до марта 2002 г. Динамика поступлений приведена на *рис. 5.2.1*.



Рис. 5.2.1.

Проверка гипотезы о наличии единичного корня указывает на то, что временной ряд поступлений налога на прибыль является нестационарным в уровнях и стационарным в первых разностях. Однако, как и для подоходного налога, для налога на прибыль мы оценивали и *TS*, и *DS*-модель, чтобы сравнить качество прогнозов рассматриваемыми тремя методами по обоим моделям. Моделирование поступлений налога на прибыль в уровнях (*TS*-модель) дает следующие результаты:

Используемые для расчетов переменные:

PRF – реальные поступления налога на прибыль в консолидированный бюджет.

T – тренд.

Анализ остатков показывает, что тренд нельзя исключить из уравнения даже несмотря на то, что коэффициент оказывается незначимым. Для учета сезонности в уравнение был добавлен авторегрессионный член *AR(12)*. Результаты *LM*-теста указывают на отсутствие автокорреляции остатков.

Таблица 5.2.1

TS-модель

Dependent Variable: PRF				
Method: Least Squares				
Sample: 1999:01 2002:03				
Included observations: 39				
Convergence not achieved after 100 iterations				
Backcast: 1997:10 1998:12				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.664341	4.472225	1.490162	0.1457
T	-0.039065	0.029266	-1.334835	0.1911
AR(12)	0.646295	0.131007	4.933304	0.0000
MA(2)	-0.004078	0.108964	-0.037428	0.9704
MA(3)	0.140874	0.104210	1.351820	0.1856
SMA(12)	0.885771	1.97E-05	44974.73	0.0000
R-squared	0.857029	Mean dependent var		1.073164
Adjusted R-squared	0.835367	S.D. dependent var		0.429261
S.E. of regression	0.174173	Akaike info criterion		-0.516902
Sum squared resid	1.001091	Schwarz criterion		-0.260969
Log likelihood	16.07958	F-statistic		39.56319
Durbin-Watson stat	1.600468	Prob(F-statistic)		0.000000

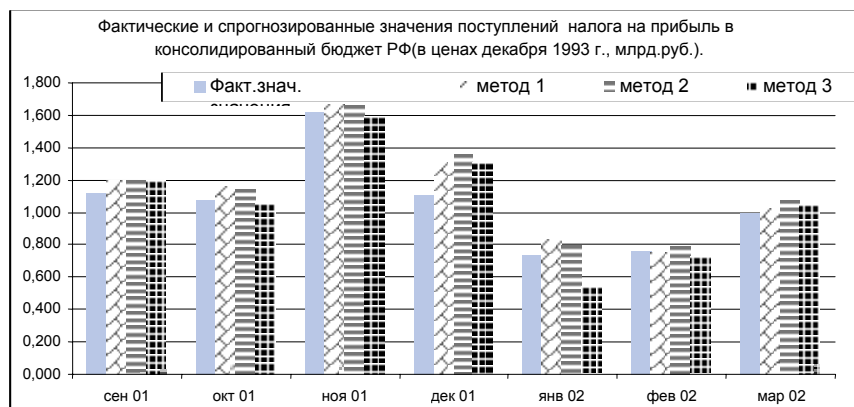


Рис. 5.2.2. TS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

В соответствующей модели со стохастическим трендом мы также учитываем сезонность добавлением авторегрессионных членов и членов скользящего среднего двенадцатого порядка (как показали предварительные результаты, это позволяет существенно улучшить прогнозы, несмотря на то, что значительно сокращает количество степеней свободы в регрессии).

Таблица 5.2.2

DS-модель

Dependent Variable: D(PRF)				
Method: Least Squares				
Sample: 1999:01 2002:03				
Included observations: 39				
Convergence achieved after 99 iterations				
Backcast: 1997:11 1998:12				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.011705	0.041977	0.278847	0.7821
D(PRF(-12))	0.754360	0.125916	5.990986	0.0000
D(PRF(-1))	-0.364116	0.111278	-3.272130	0.0025
MA(2)	-0.197575	0.100874	-1.958638	0.0584
SMA(12)	0.885650	0.000230	3848.928	0.0000
R-squared	0.858105	Mean dependent var		0.003020
Adjusted R-squared	0.841411	S.D. dependent var		0.461479
S.E. of regression	0.183776	Akaike info criterion		-0.430991
Sum squared resid	1.148301	Schwarz criterion		-0.217713
Log likelihood	13.40432	F-statistic		51.40325
Durbin-Watson stat	2.095453	Prob(F-statistic)		0.000000

Для устранения автокорреляции остатков был также добавлен член MA(2).

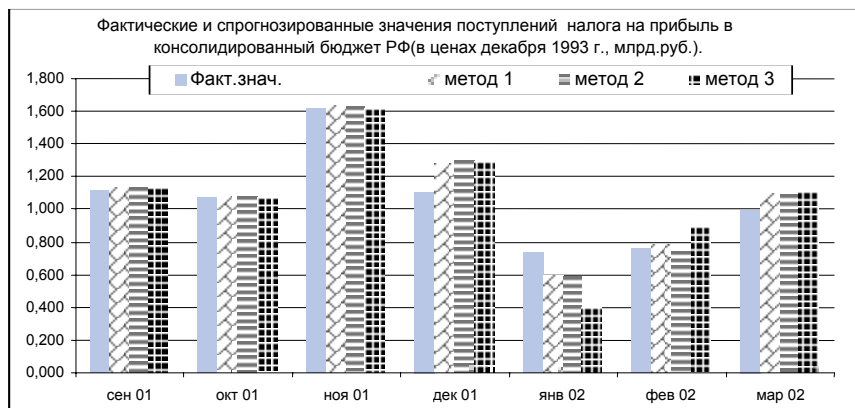


Рис. 5.2.3. DS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

В случае налога на прибыль, так же как для подоходного налога, наименьшее относительное отклонение одношаговых прогнозов от фактических значений получается при использовании первого метода. В качестве прогнозов *TS* - и *DS*-моделей для поступлений налога на прибыль существенной разницы не наблюдается.

Таблица 5.2.3

Характеристики одношаговых прогнозов поступлений налога на прибыль (в консолидированный бюджет) TS- и DS-моделей

	Метод 1		Метод 2		Метод 3	
	TS	DS	TS	DS	TS	DS
Среднее квадратичное отклонение	0.101	0.093	0.112	0.098	0.114	0.158
Среднее абсолютное отклонение	0.080	0.069	0.087	0.069	0.085	0.111
Среднее абсолютное отклонение в %	7.736%	7.354%	8.361%	7.413%	9.134%	13.067%

5.3. Поступления налога на прибыль (в федеральный бюджет РФ)

Предварительные оценки показали, что удовлетворительную модель для временного ряда поступлений налога на прибыль в федеральный бюджет РФ удастся построить только на сокращенном интервале с декабря 1999 г. до марта 2002 г.



Рис. 5.3.1

Результаты ADF-теста указывают на то, что на рассматриваемом интервале процесс классифицируется как TS. На основании критерия Шварца и значений выборочной автокорреляционной и частной автокорреляционной функций, в уравнение с детерминированным трендом были добавлены члены AR(1) и AR(2).

Используемые для расчетов переменные:

FPRF – реальные поступления налога на прибыль в федеральный бюджет.

Таблица 5.3.1

TS-модель

Dependent Variable: FPRF				
Method: Least Squares				
Sample: 1999:12 2002:03				
Included observations: 28				
Convergence achieved after 37 iterations				
Backcast: 1998:12 1999:11				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.542277	0.028108	19.29241	0.0000
AR(2)	-0.470293	0.180270	-2.608827	0.0154
AR(1)	0.363175	0.180367	2.013534	0.0554
MA(12)	0.885815	0.000130	6806.169	0.0000
R-squared	0.723397	Mean dependent var		0.510739
Adjusted R-squared	0.688822	S.D. dependent var		0.175689
S.E. of regression	0.098005	Akaike info criterion		-1.676026
Sum squared resid	0.230521	Schwarz criterion		-1.485711
Log likelihood	27.46437	F-statistic		20.92233
Durbin-Watson stat	1.730642	Prob(F-statistic)		0.000001

Тест множителей Лагранжа не выявил коррелированности остатков уравнения регрессии.

Ниже на рисунке приведены результаты прогнозирования поступлений налога на прибыль в федеральный бюджет на основе построенной модели тремя методами (с переоценкой модели при добавлении новых данных, без переоценки и с учетом ошибки предыдущего периода).

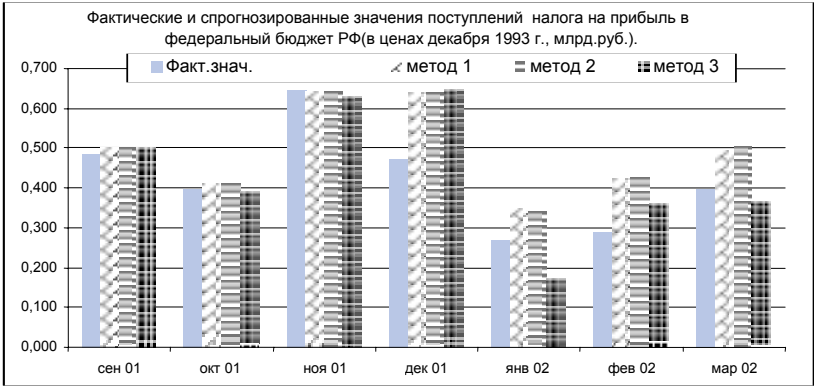


Рис. 5.3.2. TS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Аналогичным образом, не учитывая результаты ADF-теста, для сравнения прогнозов построим *DS*-модель, предполагая, что ряд поступлений имеет стохастический тренд. Результаты оценки соответствующей модели приведены ниже. В модели со стохастическим трендом автокорреляция остатков также не наблюдается.

Таблица 5.3.2

DS-модель

Dependent Variable: D(FPRF)				
Method: Least Squares				
Sample: 1998:12 2002:03				
Included observations: 40				
Convergence achieved after 6 iterations				
Backcast: 1997:12 1998:11				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.004927	0.026075	0.188952	0.8512
D(FPRF(-2))	-0.455761	0.121944	-3.737456	0.0007
D(FPRF(-1))	-0.247316	0.120996	-2.043994	0.0485
D(FPRF(-10))	-0.426217	0.122114	-3.490320	0.0013
MA(12)	0.871342	0.046472	18.74966	0.0000
R-squared	0.792363	Mean dependent var		0.003313
Adjusted R-squared	0.768633	S.D. dependent var		0.185712
S.E. of regression	0.089329	Akaike info criterion		-1.876520
Sum squared resid	0.279286	Schwarz criterion		-1.665410
Log likelihood	42.53040	F-statistic		33.39083
Durbin-Watson stat	2.094007	Prob(F-statistic)		0.000000

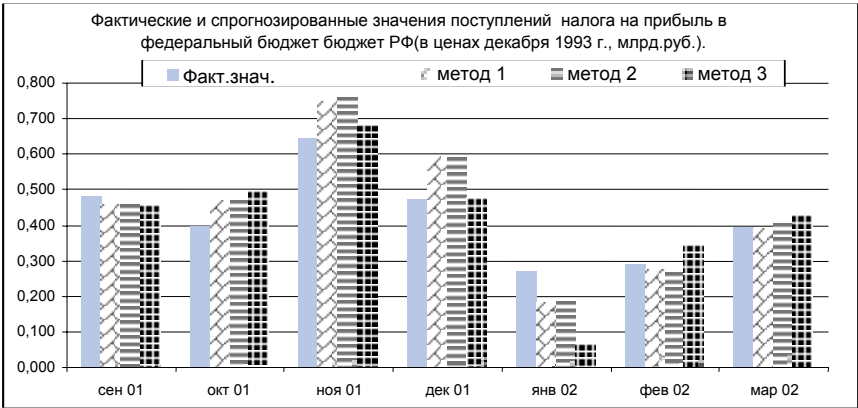


Рис. 5.3.3. *DS*-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Среднее относительное отклонение спрогнозированных значений от фактических достаточно велико. Для моделей с детерминированным трендом (*TS*) оно достигает 20% при использовании первых двух методов прогнозирования и около 16% для третьего. Это можно объяснить тем, что при ограниченном количестве данных и нестабильной динамике поступлений третий метод позволяет компенсировать структурные изменения за счет коррекции текущих прогнозов на величину отклонения предыдущих. Но в случае стохастического тренда (*DS*-модель) это не так, более точный прогноз дают первый и второй методы. В целом можно отметить, что *DS*-модели, в данном случае, имеют относительно более качественные прогнозы.

Таблица 5.3.3

Характеристики одношаговых прогнозов поступлений налога на прибыль (в федеральный бюджет) *TS*- и *DS*-моделей

	Метод 1		Метод 2		Метод 3	
	<i>TS</i>	<i>DS</i>	<i>TS</i>	<i>DS</i>	<i>TS</i>	<i>DS</i>
Среднее квадратичное отклонение	0.095	0.073	0.096	0.076	0.081	0.090
Среднее абсолютное отклонение	0.074	0.060	0.074	0.064	0.059	0.066
Среднее абсолютное отклонение в %	20.600%	14.567%	20.602%	15.373%	16.028%	20.105%

5.4. Поступления налога на добавленную стоимость

На выбранном интервале исследования (с декабря 1998 г. до января 2002 г.) данные поступлений налога на добавленную стоимость характеризуются относительно стабильной динамикой. Для корректировки пика поступлений в декабре 2001 г., обусловленного сокращением недоимки на сумму около 23 млрд руб., в уравнение добавлена соответствующая фиктивная переменная. Динамика поступлений НДС приведена на *рис. 5.4.1*.

Используемые для расчетов переменные:

VAT – реальные поступления НДС (в консолидированный бюджет РФ).

DUM1201 – фиктивная переменная, равная единице в декабре 2001 г. и нулю во все остальные месяцы.

На основании результатов ADF-теста (с включением первых четырех лагов), мы отвергаем гипотезу о наличии единичного корня. Для учета сезонности в уравнение были добавлены авторегрессионный член и член скользящего среднего двенадцатого порядка. В результате моделирования поступлений НДС как стационарного ряда были получены следующие результаты – *табл. 5.4.1* :



Рис. 5.4.1

Таблица 5.4.1

TS-модель

Dependent Variable: VAT				
Method: Least Squares				
Sample: 1998:12 2002:01				
Included observations: 38				
Convergence achieved after 11 iterations				
Backcast: 1997:10 1998:11				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.512976	0.060432	25.03621	0.0000
DUM1201	1.054938	0.118482	8.903755	0.0000
AR(12)	0.280280	0.070583	3.970939	0.0004
MA(2)	0.162753	0.052755	3.085045	0.0041
SMA(12)	0.846364	0.040215	21.04593	0.0000
R-squared	0.916580	Mean dependent var		1.331455
Adjusted R-squared	0.906469	S.D. dependent var		0.349917
S.E. of regression	0.107015	Akaike info criterion		-1.509620
Sum squared resid	0.377921	Schwarz criterion		-1.294148
Log likelihood	33.68278	F-statistic		90.64726
Durbin-Watson stat	2.665606	Prob(F-statistic)		0.000000

Соответственно, результаты прогнозирования по TS-модели с использованием трех рассматриваемых в данной главе методов дают следующие значения:

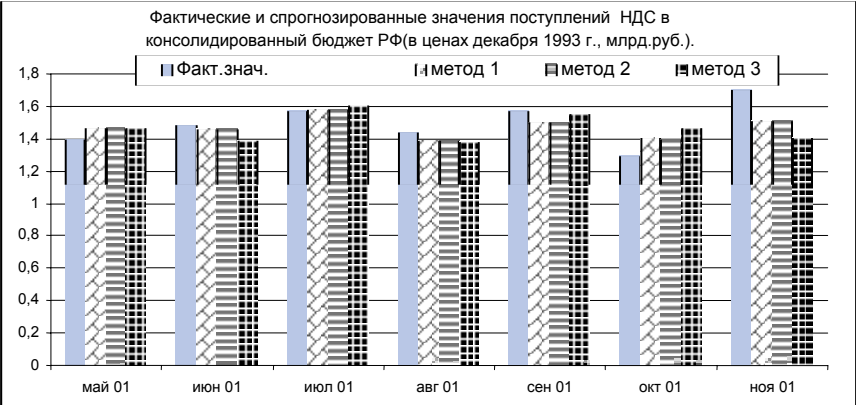


Рис. 5.4.2. TS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Аналогичным образом, для сравнения качества прогнозов по *DS*- и *TS*-моделям, несмотря на результаты теста на стационарность, проведем также оценивание, предполагая, что поступления НДС имеют стохастический тренд. В соответствующей модели со стохастическим трендом, для учета сезонности также был добавлен авторегрессионный член с лагом в двенадцать месяцев. В результате моделирования были получены следующие оценки:

Таблица 5.4.2

DS-модель				
Dependent Variable: D(VAT)				
Method: Least Squares				
Sample: 1998:12 2002:01				
Included observations: 38				
Convergence achieved after 11 iterations				
Backcast: 1997:09 1998:11				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.007055	0.048276	-0.146148	0.8848
D(VAT(-1))	-0.767654	0.131004	-5.859796	0.0000
D(VAT(-12))	0.446102	0.108687	4.104456	0.0003
DUM1201	1.019370	0.172790	5.899465	0.0000
MA(1)	-0.073347	0.071738	-1.022434	0.3145
MA(3)	0.113705	0.056322	2.018840	0.0522
SMA(12)	0.880468	0.035290	24.94964	0.0000
R-squared	0.891457	Mean dependent var		0.012365
Adjusted R-squared	0.870448	S.D. dependent var		0.397558
S.E. of regression	0.143094	Akaike info criterion		-0.885803
Sum squared resid	0.634756	Schwarz criterion		-0.584142
Log likelihood	23.83025	F-statistic		42.43339
Durbin-Watson stat	2.462904	Prob(F-statistic)		0.000000

Несмотря на то, что коэффициент при $MA(1)$ является незначимым, мы оставляем его в уравнении, так как в случае его исключения остатки оказываются автокоррелированными. Результаты прогнозирования по DS -модели приведены на *рис. 5.4.3*.

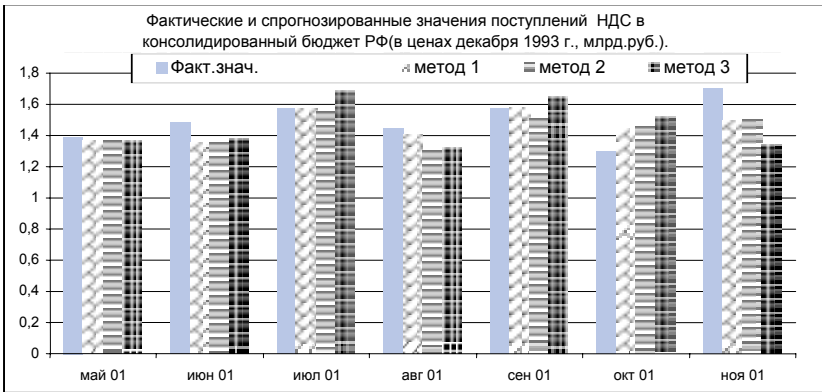


Рис. 5.4.3. DS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Так же, как и в случае подоходного налога, при относительно стабильной динамике поступлений наблюдаются небольшие отклонения спрогнозированных значений от фактических. Качество прогноза TS -моделей невысоко, но превосходит соответствующие прогнозы DS -моделей для всех методов прогнозирования. Как и в предыдущих рассмотренных случаях, наиболее точные прогнозы дают первые два метода.

Таблица 5.4.3

**Характеристики одношаговых прогнозов поступлений НДС
(в консолидированный бюджет) для TS - и DS -моделей**

	Метод 1		Метод 2		Метод 3	
	TS	DS	TS	DS	TS	DS
Среднее квадратичное отклонение	0.097	0.113	0.094	0.126	0.141	0.184
Среднее абсолютное отклонение	0.078	0.081	0.076	0.107	0.108	0.151
Среднее абсолютное отклонение в %	5.204%	5.454%	5.046%	7.233%	7.191%	9.954%

5.5. Суммарные налоговые поступления

В качестве базового периода для моделирования суммарных налоговых поступлений в консолидированный бюджет РФ был выбран период с декабря 1998 г. по январь 2002 г. Динамика поступлений приведена на *рис. 5.5.1*.

Согласно результатам ADF-теста мы отвергаем гипотезу о наличии единичного корня, однако, как и ранее, будем оценивать обе модели (*TS* и *DS*) для сравнения качества прогнозов. Результаты оценок *TS*-модели приведены ниже. Для того, чтобы учесть наличие сезонности, в уравнение был добавлен авторегрессионный член двенадцатого порядка. Результаты LM-теста для построенной модели для первых шестнадцати лагов не выявили автокорреляции остатков.



Рис. 5.5.1

Используемые для расчетов переменные:
TAX – реальные суммарные налоговые поступления в консолидированный бюджет РФ.

Таблица 5.5.1

TS-модель				
Dependent Variable: TAX				
Method: Least Squares				
Sample: 1998:12 2002:01				
Included observations: 38				
Convergence achieved after 47 iterations				
Backcast: 1998:02 1998:11				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.352150	0.923057	9.048361	0.0000
AR(1)	0.669244	0.051148	13.08443	0.0000
SAR(12)	0.728283	0.048402	15.04649	0.0000

Таблица 5.5.1. (продолжение)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(10)	-0.903911	0.000153	-5907.261	0.0000
R-squared	0.923898	Mean dependent var		4.839853
Adjusted R-squared	0.917183	S.D. dependent var		1.280565
S.E. of regression	0.368520	Akaike info criterion		0.940658
Sum squared resid	4.617439	Schwarz criterion		1.113035
Log likelihood	-13.87249	F-statistic		137.5895
Durbin-Watson stat	2.231670	Prob(F-statistic)		0.000000

Прогнозирование суммарных налоговых поступлений по построенной модели с использованием трех рассматриваемых методов дает следующие результаты:

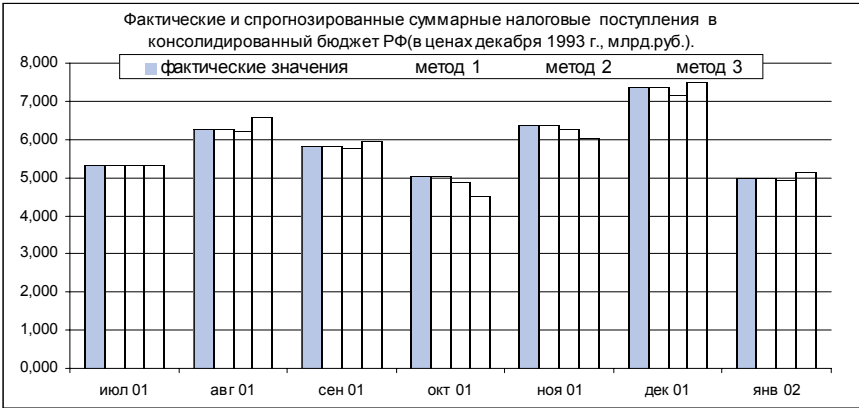


Рис. 5.5.2. TS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Оценки и построение прогнозов по DS-модели дают следующие результаты:

Таблица 5.5.2

DS-модель

Dependent Variable: D(TAX)				
Method: Least Squares				
Sample: 1998:12 2002:01				
Included observations: 38				
Convergence achieved after 40 iterations				
Backcast: 1997:12 1998:11				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.048226	0.118756	0.406092	0.6873
D(TAX(-2))	-0.271057	0.119323	-2.271633	0.0298

Таблица 5.5.2 (продолжение)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(TAX(-12))	0.589665	0.096749	6.094792	0.0000
D(TAX(-1))	-0.187112	0.097694	-1.915290	0.0642
MA(12)	0.885703	0.000101	8776.951	0.0000
R-squared	0.914548	Mean dependent var		0.034381
Adjusted R-squared	0.904190	S.D. dependent var		1.197624
S.E. of regression	0.370703	Akaike info criterion		0.975249
Sum squared resid	4.534889	Schwarz criterion		1.190721
Log likelihood	-13.52974	F-statistic		88.29506
Durbin-Watson stat	2.382760	Prob(F-statistic)		0.000000

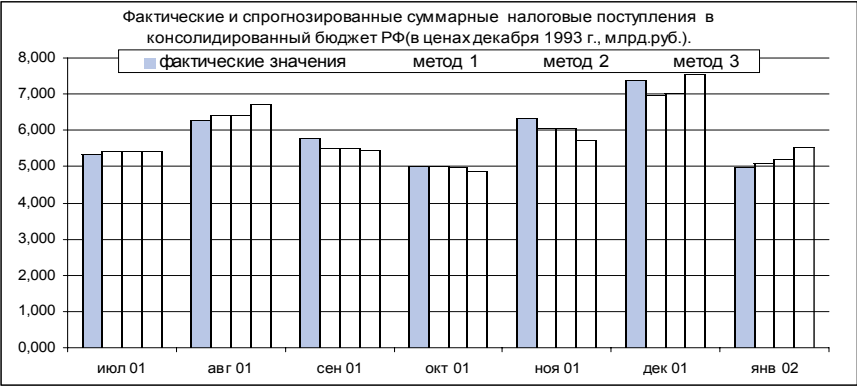


Рис. 5.5.3. *DS*-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Использование намеренно ложной спецификации для моделирования временного ряда суммарных налоговых поступлений, в данном случае как процессов типа *DS*, не улучшает качество прогнозирования для всех рассмотренных методов. Как и для большинства рассмотренных выше временных рядов, наиболее точные одношаговые прогнозы суммарных налоговых поступлений дают первые два метода.

Таблица 5.5.3

Характеристики одношаговых прогнозов суммарных налоговых поступлений (в консолидированный бюджет) для *TS*- и *DS*-моделей

	Метод 1		Метод 2		Метод 3	
	TS	DS	TS	DS	TS	DS
Среднее квадратичное отклонение	0.301	0.343	0.288	0.351	0.386	0.499
Среднее абсолютное отклонение	0.270	0.301	0.276	0.305	0.345	0.406
Среднее абсолютное отклонение в %	5.014%	5.318%	4.881%	5.440%	6.167%	7.210%

5.6. Суммарные налоговые поступления
(в федеральный бюджет РФ)

На основе анализа динамики суммарных налоговых поступлений в федеральный бюджет в качестве базового периода для моделирования был выбран период с декабря 1998 г. по январь 2002 г. Динамика поступлений приведена на *рис. 5.6.1*.

На рассматриваемом интервале согласно ADF-тесту мы отвергаем гипотезу о наличии единичного корня. Как показывают результаты оценок, временной ряд налоговых поступлений в федеральный бюджет является стационарным относительно тренда. Как и ранее, для моделирования будем использовать и *TS*-, и *DS*-спецификацию, сравнивая качество прогнозов.

Результаты оценки *TS*-модели приведены ниже. Для учета регулярных пиков поступлений, приходящихся на декабрь каждого года, в уравнение была добавлена соответствующая фиктивная переменная. Результаты LM-теста не выявляют автокорреляции остатков в построенной модели.



Рис. 5.6.1

Используемые для расчетов переменные:
FTAX – реальные суммарные налоговые поступления в федеральный бюджет РФ.
T – тренд.
DUM12 – фиктивная переменная, равная единице в декабре и нулю во все остальные месяцы.

Таблица 5.6.1

TS-модель

Dependent Variable: FTAX				
Method: Least Squares				
Sample: 1998:12 2002:01				
Included observations: 38				
Convergence achieved after 41 iterations				
Backcast: 1997:11 1998:11				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.765316	0.822514	-4.577812	0.0001
T	0.062886	0.008164	7.703082	0.0000
DUM12	1.011838	0.056569	17.88694	0.0000
MA(1)	0.961698	0.040999	23.45688	0.0000
SMA(12)	0.467951	0.131552	3.557158	0.0012
R-squared	0.926175	Mean dependent var		2.672254
Adjusted R-squared	0.917227	S.D. dependent var		0.906002
S.E. of regression	0.260660	Akaike info criterion		0.270881
Sum squared resid	2.242143	Schwarz criterion		0.486353
Log likelihood	-0.146738	F-statistic		103.5009
Durbin-Watson stat	1.579306	Prob(F-statistic)		0.000000

Оценки прогнозов суммарных налоговых поступлений в федеральный бюджет РФ по построенной модели дают следующие результаты:

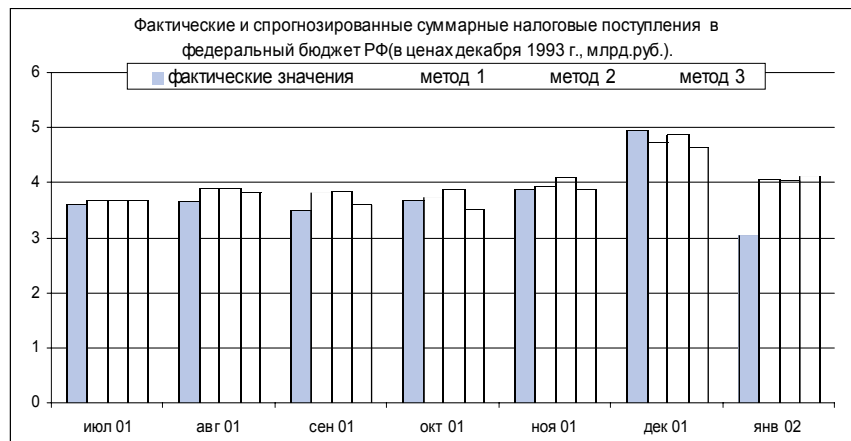


Рис. 5.6.2. TS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

Оценки *DS*-модели дают следующие результаты (добавлены члены, учитывающие сезонность):

Таблица 5.6.2

DS-модель

Dependent Variable: D(FTAX)				
Method: Least Squares				
Sample(adjusted): 1999:02 2002:01				
Included observations: 36 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 9 iterations				
Backcast: 1998:02 1999:01				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.024307	0.051838	-0.468895	0.6422
D(FTAX(-12))	1.032298	0.129821	7.951703	0.0000
MA(12)	-0.816168	0.059737	-13.66272	0.0000
R-squared	0.715528	Mean dependent var		0.050093
Adjusted R-squared	0.698287	S.D. dependent var		0.515622
S.E. of regression	0.283223	Akaike info criterion		0.394489
Sum squared resid	2.647099	Schwarz criterion		0.526449
Log likelihood	-4.100807	F-statistic		41.50216
Durbin-Watson stat	1.889166	Prob(F-statistic)		0.000000

На основании результатов LM-теста для первых шестнадцати лагов мы отвергаем гипотезу о наличии автокорреляции остатков.

Оценки прогнозов по DS-модели дают следующие результаты:

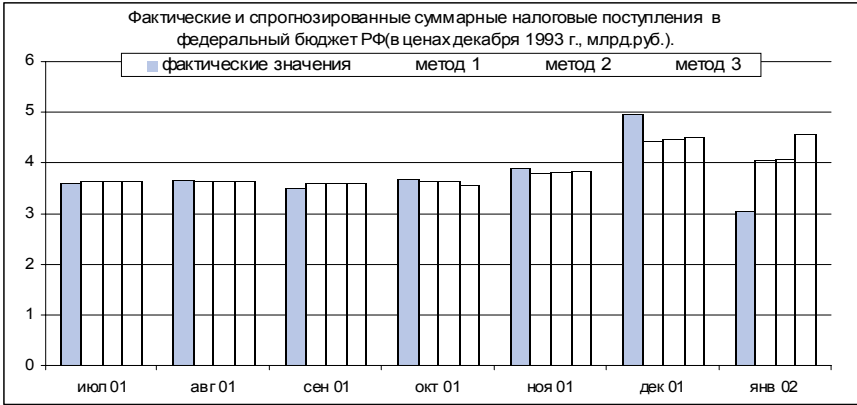


Рис. 5.6.3. DS-модель, фактические данные и одношаговые прогнозы

В данном случае, несмотря на определение исследуемого временного ряда как процесса со стационарным трендом, относительно более качест-

венные прогнозы для первых двух методов дают *DS*-модели. Для *TS*-модели третий метод дает более точные одношаговые прогнозы, чем в случае стохастического тренда.

Таблица 5.6.3

Характеристики одношаговых прогнозов суммарных налоговых поступлений (в федеральный бюджет) для *TS*- и *DS*-моделей

	Метод 1		Метод 2		Метод 3	
	TS	DS	TS	DS	TS	DS
Среднее квадратичное отклонение	0.426	0.428	0.425	0.429	0.427	0.600
Среднее абсолютное отклонение	0.289	0.254	0.315	0.246	0.267	0.323
Среднее абсолютное отклонение в %	8.526%	7.183%	9.315%	7.013%	7.852%	9.559%

5.7. Сравнение результатов многошаговых прогнозов эконометрических моделей и модели оценки поступлений (Revenue Estimating Model)

Для оценки качества многошаговых прогнозов произведем их расчет на основании построенных эконометрических моделей, при этом прогнозы на несколько шагов вперед рассчитываются с использованием спрогнозированных значений для прогноза на следующий период без переоценки коэффициентов уравнения.

Для оценки качества и сравнения результатов многошаговых прогнозов, полученных при помощи эконометрических методов, был также рассчитан многошаговый прогноз по модели оценки поступлений.

Модель оценки поступлений (Revenue Estimating Model, REM) – это модель-калькулятор для прогнозирования налоговых поступлений на основе информации о налоговых поступлениях за предыдущие месяцы. Расчет прогнозных значений в *REM*-модели проводится в постоянных ценах и основывается на значениях поступлений за соответствующий период базового года с учетом изменения возможных изменений ставок и базы налогов (если какие-либо изменения произошли, они учитываются простой корректировкой на соответствующий множитель). Кроме того, в модели осуществляется дополнительная корректировка прогнозных значений на относительное изменение поступлений текущего года по сравнению с предыду-

Для определения прогностических способностей рассматриваемых моделей также проведено сопоставление абсолютных и относительных отклонений многошаговых прогнозов ARIMA и REM-моделей от фактических данных.

На рис. 5.7.1 приведены результаты прогнозирования (многошаговый прогноз) поступлений подоходного налога в консолидированный бюджет РФ на последние 9 месяцев 2001 г.

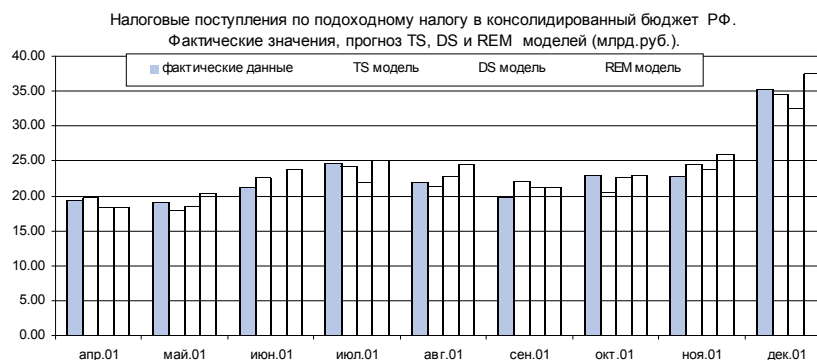


Таблица 5.7.1

	TS	DS	REM
Среднее квадратичное отклонение	1.468	1.552	1.970
Среднее абсолютное отклонение	1.239	1.325	1.680
Среднее абсолютное отклонение в %	5.696%	5.577%	7.447%

Для подоходного налога прогнозы, полученные с помощью эконометрических моделей, по своим качественным характеристикам близки между собой (несколько лучше *DS*-модель) и лучше модели оценки поступлений *REM*.

5.7.2. Поступления налога на прибыль

На *рис. 5.7.2* приведены результаты расчета прогнозных значений поступлений налога на прибыль в консолидированный бюджет РФ в последние 9 месяцев 2001 г. с использованием рассматриваемых *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей.

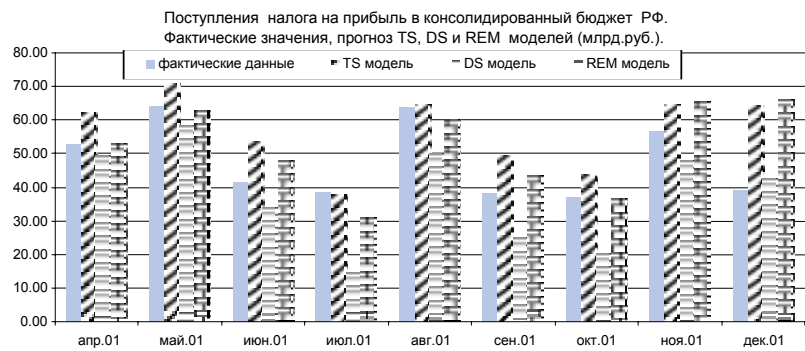


Рис. 5.7.2. Ретропрогноз *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей на девять месяцев 2001 г.

Таблица 5.7.2

Характеристики многошаговых прогнозов поступлений налога на прибыль (в консолидированный бюджет РФ) для *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей

	TS	DS	REM
Среднее квадратичное отклонение	11.390	12.342	10.257
Среднее абсолютное отклонение	9.146	10.546	6.716
Среднее абсолютное отклонение в %	21.103%	24.339%	15.862%

Для поступлений налога на прибыль многошаговые прогнозы *TS*- и *DS*-моделей так же, как и рассмотренные выше одношаговые прогнозы, имеют достаточно большое отклонение от фактических данных. Из представленных моделей относительно наилучшими характеристиками прогнозов обладает *REM*-модель.

5.7.3. Поступления налога на прибыль
(в федеральный бюджет РФ)

На *рис. 5.7.3* приведены результаты расчета прогнозных значений поступлений налога на прибыль в федеральный бюджет РФ в последние 9 месяцев 2001 г. с использованием рассматриваемых *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей.

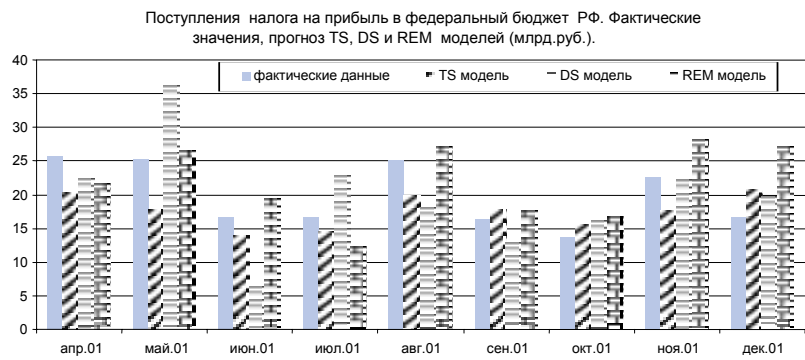


Рис. 5.7.3. Ретропрогноз *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей на девять месяцев 2001 г.

Таблица 5.7.3

Характеристики многошаговых прогнозов поступлений
налога на прибыль (в федеральный бюджет РФ)
для *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей

	TS	DS	REM
Среднее квадратичное отклонение	4.380	6.285	4.771
Среднее абсолютное отклонение	3.937	5.268	3.896
Среднее абсолютное отклонение в %	18.894%	27.052%	21.087%

Результаты многошагового прогнозирования поступлений налога на прибыль в федеральный бюджет РФ показывают, что, как и для поступлений в консолидированный бюджет, все представленные модели обладают достаточно большими отклонениями спрогнозированных значений. Однако в данном случае относительно более точный прогноз дает *TS*-модель.

5.7.4. Поступления налога на добавленную стоимость

Ниже приведены результаты расчета прогнозных значений поступлений налога на добавленную стоимость в консолидированный бюджет РФ с использованием рассматриваемых *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей.

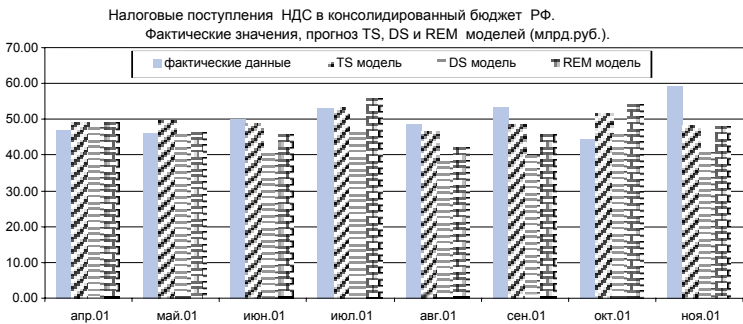


Рис. 5.7.4. Ретропрогноз *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей на восемь месяцев 2001 г.

Таблица 5.7.4

Характеристики многошаговых прогнозов поступлений НДС (в консолидированный бюджет РФ) для *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей

	TS	DS	REM
Среднее квадратичное отклонение	5.292	9.923	6.743
Среднее абсолютное отклонение	4.053	7.712	5.645
Среднее абсолютное отклонение в %	7.932%	14.484%	11.063%

В отличие от поступлений других налогов, для НДС многошаговое прогнозирование осуществлялось на временной интервал без декабря 2001 г. Это связано с тем, что резкий выброс поступлений в этот месяц, обусловленный значительным сокращением недоимки, приводит к значительной ошибке прогноза. По этой причине, а также чтобы значительная ошибка прогнозов в декабре 2001 г. не искажала сравнения моделей по остальным прогнозам, для ретропрогноза использовались 8 месяцев 2001 г.

Сравнение прогнозов показывает, что для поступлений налога на добавленную стоимость качество прогнозов *TS*-модели лучше остальных.

5.7.5. Суммарные налоговые поступления

На *рис. 5.7.5* приведены результаты расчета прогнозных значений суммарных налоговых поступлений в консолидированный бюджет РФ в последние 9 месяцев 2001 г. с использованием рассматриваемых *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей.

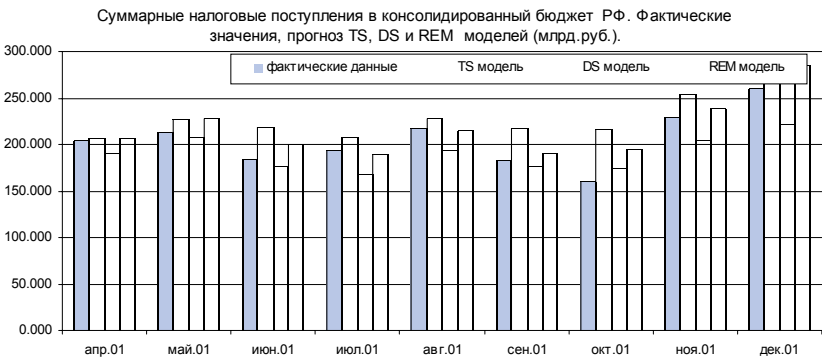


Рис. 5.7.5. Ретропрогноз *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей на девять месяцев 2001 г.

Таблица 5.7.5

Характеристики многошаговых прогнозов суммарных налоговых поступлений (в консолидированный бюджет) для *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей

	TS	DS	REM
Среднее квадратичное отклонение	27.752	20.927	16.632
Среднее абсолютное отклонение	23.184	18.017	12.912
Среднее абсолютное отклонение в %	12.243%	8.508%	6.623%

Как следует из сводных результатов многошагового прогнозирования, для суммарных налоговых поступлений в консолидированный бюджет *REM*-модель дает существенно более качественный прогноз, чем эконометрические модели.

5.7.6 Суммарные налоговые поступления
(в федеральный бюджет РФ)

На *рис. 5.7.6* приведены результаты расчета прогнозных значений суммарных налоговых поступлений в федеральный бюджет РФ в последние 9 месяцев 2001 г. с использованием рассматриваемых *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей.

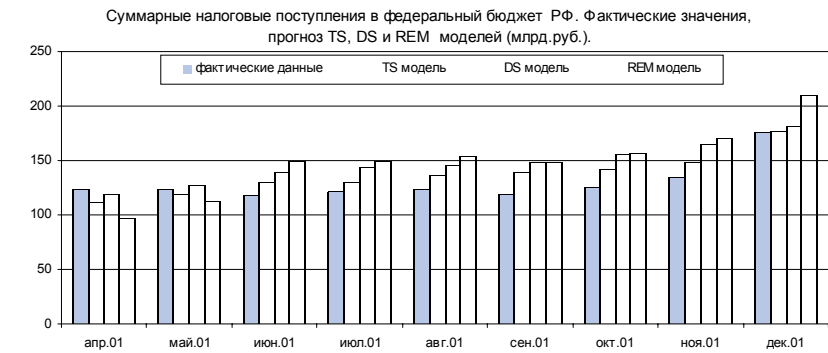


Рис. 5.7.6. Ретропрогноз *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей на девять месяцев 2001 г.

Таблица 5.7.6

Характеристики многошаговых прогнозов суммарных налоговых поступлений (в федеральный бюджет РФ) для *TS*-, *DS*- и *REM*-моделей

	TS	DS	REM
Среднее квадратичное отклонение	12.513	21.198	29.258
Среднее абсолютное отклонение	11.242	18.445	28.439
Среднее абсолютное отклонение в %	9.080%	14.736%	22.074%

Для суммарных налоговых поступлений в федеральный бюджет прогноз эконометрической модели с детерминированным трендом обладает наименьшим средним относительным отклонением 9%. При этом, в отличие от поступлений в консолидированный бюджет РФ, *REM*-модель обладает наихудшими характеристиками прогноза среди рассматриваемых моделей.

5.8. Основные результаты и выводы

- Для временных рядов налоговых поступлений с относительно стабильной динамикой (таких, как: поступления подоходного налога, НДС и суммарные налоговые поступления в консолидированный бюджет) наиболее качественными характеристиками одношаговых прогнозов обладают *TS*-модели.
- Для временных рядов поступлений налога на прибыль и суммарных налоговых поступлений в федеральный бюджет более точными оказываются одношаговые прогнозы *DS*-моделей.
- Использование намеренно «ложной» классификации процесса по результатам теста на стационарность, в целом, не улучшает качество одношаговых прогнозов.
- Для временных рядов с относительно стабильной динамикой поступлений (поступления подоходного налога, НДС и суммарные налоговые поступления в консолидированный бюджет) качество одношаговых прогнозов, полученных с помощью рекурсивного метода (первый метод), существенно лучше третьего метода (корректирующего прогноз на ошибку предыдущего прогноза) и незначительно превосходит второй метод (не требующий переоценки коэффициентов уравнения).
- Для временных рядов поступлений подоходного налога, НДС и суммарных налоговых поступлений в федеральный бюджет наиболее предпочтительными моделями при многошаговом прогнозировании являются *TS*-модели. Среднее относительное отклонение спрогнозированных значений от фактических для них не превышает 10%.
- Для поступлений налога на прибыль относительное расхождение многошаговых прогнозов с фактическими данными, для всех рассматриваемых моделей, составляет около 20%.
- Для суммарных налоговых поступлений в консолидированный бюджет *REM*-модель дает лучший прогноз (средняя относительная ошибка составляет около 6%), чем эконометрические

модели (значения 14% и 8% для *TS*- и *DS*-моделей соответственно).

- Ошибки многошаговых прогнозов, полученных на основании *REM*- модели, являются более стабильным, и в целом равны средним ошибкам эконометрических моделей.