

Краткосрочное прогнозирование поступлений в бюджет с использованием комбинации прогнозов

Роман Сергеевич Леухин (e-mail: leukhin@eeg.ru), эксперт Экономической экспертной группы; лаборант-исследователь НИФИ Минфина России (г. Москва)

Аннотация

В настоящей работе сравнивается ряд подходов к прогнозированию поступлений налога на прибыль в следующем квартале: модель авторегрессии и скользящего среднего, экспоненциальное сглаживание, модель линейной регрессии, наивный прогноз и разные способы комбинирования этих моделей. Получено, что с ростом длины промежутка, за который рассчитывается ошибка прогнозирования для проектировок на следующий квартал, меры ошибок увеличиваются для «первичных» моделей и арифметического среднего прогнозов и уменьшаются для способов комбинирования, учитывающих ошибки прогноза в предыдущих периодах. На промежутках в пять и десять кварталов наименьшую ошибку прогнозирования на следующий квартал обеспечивает модель линейной регрессии с индексом Московской биржи в качестве объясняющей переменной. На промежутке в 15 кварталов — подход комбинирования прогнозов с выбором модели по минимальной величине ошибки прогноза за предыдущие четыре квартала, что объясняется диверсификацией рисков ошибок прогнозов. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование такого метода комбинирования для прогнозирования налога на прибыль в краткосрочном периоде и рассматривать его для других поступлений в бюджет.

Ключевые слова:

бюджетный прогноз, комбинирование прогнозов, точность прогнозирования, налоговые поступления, налог на прибыль

JEL: C22, C53, H20

Для цитирования: Леухин Р. С. Краткосрочное прогнозирование поступлений в бюджет с использованием комбинации прогнозов // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. 2019. № 3. С. 9–21. DOI: 10.31107/2075-1990-2019-3-9-21

ВВЕДЕНИЕ

Точность краткосрочного прогнозирования важна для целей бюджетирования и принятия управленческих решений органами государственной власти. Краткосрочные прогнозы служат в качестве опережающих индикаторов, которые могут свидетельствовать об отклонении фактических поступлений от запланированных. Основная польза от них может проявляться при подготовке или обновлении годовых бюджетных проектировок [Leal T. et al., 2007]. Повышение точности краткосрочных прогнозов способствует более эффективному

Автор выражает благодарность Е. Т. Гурвичу и А. Л. Суслиной за ценные замечания и рекомендации.

использованию доходов, источников финансирования дефицита бюджета и своевременному выполнению расходных обязательств. В данной работе затронута узкая область данной темы: рассматриваются подходы к краткосрочному прогнозированию поступлений налога на прибыль.

Существуют разные способы моделирования краткосрочной динамики поступлений, что может создавать проблемы выбора конкретного подхода для использования на практике. Критерий отбора модели зачастую показывает близкие результаты для разных спецификаций. В силу этого целесообразно использовать метод, который избавляет исследователя от необходимости выбрать конкретную модель, — комбинирование прогнозов¹. Такой способ не только решает проблему выбора, но и повышает точность: многие эмпирические работы показывают, что объединение прогнозов дает результаты лучше, чем отдельные модели [Timmermann A., 2006].

В данной работе для прогноза поквартальных поступлений налога на прибыль в консолидированный бюджет сравнивается ряд подходов к прогнозированию, которые включают в себя экстраполяции (модели авторегрессии и скользящего среднего, экспоненциальное сглаживание, наивный прогноз), модель линейной регрессии и некоторые способы сочетания прогнозов.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Вопрос внутригодичного прогнозирования налогов скорее относится к деятельности ведомств, что отчасти объясняет тот факт, что данная тема не очень хорошо освещена в литературе. Тем не менее есть ряд работ, которые рассматривают вопросы краткосрочного прогнозирования налоговых поступлений. Например, для Португалии осуществляется краткосрочное прогнозирование налога на добавленную стоимость, налога на нефтепродукты, налога на продажу транспортных средств с помощью различных индикаторов [Esteves P. S., Braz C. R., 2013].

Более распространены работы, которые затрагивают вопрос прогнозирования налогов и других бюджетных показателей на год и более вперед. Так, в русскоязычной литературе вопрос точности бюджетных прогнозов рассматривается в работе [Гурвич Е., 2006]. Обсуждаются прогнозы макроэкономических и бюджетных показателей в России, а также факторы, оказывающие влияние на их точность. Можно также привести в качестве примера отчет [Deloitte, 2018], в котором рассматриваются текущие подходы Казначейства Западной Австралии к оценке будущих поступлений от железной руды, налога на фонд заработной платы, гербового сбора при переходе собственности, земельного налога. Используются различные способы прогнозирования налоговых поступлений: модель коррекции ошибок, векторные авторегрессии, линейные регрессии и др.

Методы комбинирования прогнозов применяются в самых разных сферах прогнозирования: прогноз ВВП, цен на акции, метеорологических явлений и др. Широкое использование такого подхода к прогнозированию объясняется тем, что во многих работах установлено, что объединение моделей улучшает результаты прогнозирования: исследования на большом количестве рядов экономических данных подтверждают, что комбинация прогнозов работает лучше отдельно взятых моделей [Timmermann A., 2006].

Существует несколько объяснений успеха комбинации прогнозов по сравнению с отдельными моделями. Во-первых, используемые в экономических исследованиях модели представляют собой грубое приближение истинного процесса, порождающего данные. Объединение моделей может способствовать тому, что ошибки прогнозирования будут взаимно уничтожаться. Во-вторых, модели могут по-разному реагировать на изменение

¹ В данной работе термины «комбинирование», «сочетание», «объединение» прогнозов или моделей равнозначны используемому в иностранной литературе термину «forecast combination».

сил, определяющих функционирование исследуемого процесса. Если какой-то набор моделей, применяемый в комбинировании, сильно ухудшит качество прогноза при таком сдвиге, то он может быть уравновешен другими прогнозами, которые не изменят или улучшат свои результаты. Кроме того, возможно использовать способы сочетания, которые будут давать меньший вес моделям, начинающим показывать посредственные результаты. Иными словами, целесообразность комбинирования объясняется необходимостью диверсификации рисков ошибки прогнозирования.

В эмпирической литературе используются разнообразные подходы к комбинированию прогнозов [Timmermann A., 2006]. В частности, можно выделить следующие наиболее распространенные варианты:

- а) среднее арифметическое;
- б) расчет весов в соответствии с ошибкой прогноза за предыдущие периоды: модели, которые показали себя лучше, получают больший вес;
- в) отбрасывание какой-то доли наихудших прогнозов;
- г) объединение на основе оценок модели регрессии фактических значений ряда на сумму прогнозов.

На основе анализа эмпирических работ, которые нередко используют большое количество рядов экономических данных, можно выделить два факта:

- 1) объединение, которое использует арифметическое среднее, как правило, работает лучше, чем методы, требующие оценки весов комбинации;
- 2) отбрасывание на этапе комбинирования моделей, которые показывают посредственные прогнозы, зачастую улучшает результаты [Timmermann A., 2006].

Рассмотрим отдельные эмпирические исследования, которые используют подход комбинирования. Одна из основополагающих работ в этой области — [Bates J. M., Granger C. W. J., 1969]. В ней проводилось сравнение среднего двух прогнозов с отдельно взятыми моделями для данных пассажирских авиалиний. Рассматривались разные способы расчета весов для комбинации. Авторы получили, что объединение моделей приводит к сокращению ошибки прогноза.

Комбинирование зачастую рассматривается в работах по прогнозированию цен на нефть. В работе [Manescu C., Robays I. V., 2014] выбрано четыре модели, которые показывают наилучшие результаты относительно наивного прогноза: фьючерсы; фьючерсы, скорректированные на премию за риск; байесовская векторная авторегрессия и динамическая стохастическая модель общего равновесия. Модели показывают себя лучше наивного прогноза на разных временных горизонтах. Комбинирование этих четырех подходов с помощью простого усреднения дает более точные результаты, чем отдельно взятые модели и случайное блуждание. В работе [Baumeister C., Kilian L., 2015] точность комбинаций авторы сравнивают с наивным прогнозом. Используются данные за последние 20 лет, проектировки осуществляются для разных временных горизонтов (от одного до 24 месяцев с шагом в три месяца). Авторы используют для объединения шесть моделей, среди которых векторная авторегрессия, нефтяные фьючерсы, наивный прогноз. В результате арифметическое среднее проектировок оказалось в целом лучше, чем взвешивание, основанное на ошибке прогноза за несколько последних временных периодов.

В российской литературе вопрос объединения моделей с теоретической точки зрения рассматривается в эссе [Ицхоки О., 2006]. Что касается практического применения, Банк России использует подход комбинирования для прогнозирования инфляции [Андреев А., 2016]. Комбинируются разные способы экстраполяции (модель случайного блуждания, модель авторегрессии с линейным трендом, модель ненаблюдаемой компоненты) и модели с экзогенными переменными (линейная регрессия, векторная авторегрессия, байесовская векторная авторегрессия). Используемый способ объединения показывает результаты лучше, чем отдельные модели, на коротких горизонтах.

ПРОЦЕСС УПЛАТЫ НАЛОГА НА ПРИБЫЛЬ И КАССОВЫЙ ПЛАН

Приведем некоторые факты, касающиеся налога на прибыль в России:

— в 2018 г. поступления налога на прибыль организаций составили 4 % ВВП, или 11 % от общих доходов бюджетной системы, что свидетельствует о важности точного прогнозирования данного налога;

— в период с 2002 по 2008 г. ставка налога на прибыль в большинстве случаев составляла 24 %. С 2009 г. и до конца используемого нами ряда данных — 20 %;

— с 2017 г. налог на прибыль по ставке 17 % зачисляется в бюджеты субъектов, и по ставке 3 % — в федеральный бюджет.

Опишем в общих чертах порядок и сроки уплаты налога на прибыль². Налогоплательщиками налога на прибыль признаются российские и иностранные организации, которые осуществляют свою деятельность на территории РФ или получают доходы от источников в РФ. Сумма налога на прибыль определяется доходами и расходами организации.

Доход может отражаться либо кассовым методом, либо методом начисления. В случае использования кассового метода налог на прибыль отражается по факту получения компанией денежных средств, в случае метода начисления — по факту получения прибыли. Пользоваться кассовым методом могут некоторые исследовательские центры и компании, у которых в среднем за предыдущие четыре квартала сумма выручки от реализации товаров без учета НДС не превысила 1 млн руб. за каждый квартал. У отражения расходов также есть ряд особенностей, но они оставлены за рамками данной работы.

Налог на прибыль уплачивается по итогам года, а в течение года перечисляются авансовые платежи. Схема выплат выглядит примерно следующим образом:

— в случае перечисления авансовых платежей за квартал срок уплаты налога для первых трех кварталов — конец первого месяца квартала, следующего за отчетным. Доплата за год осуществляется не позднее конца первого квартала года, следующего за отчетным;

— в случае перечисления авансовых платежей ежемесячно с доплатой по итогам квартала (ежемесячный аванс перечисляется в основном по результатам работы в предыдущем квартале в целом — авансового платежа за предыдущий квартал) срок уплаты налога — конец отчетного месяца. Для первых трех кварталов доплата за квартал производится в конце месяца, следующего за отчетным кварталом. Доплата за год осуществляется не позднее конца первого квартала года, следующего за отчетным;

— если компания перечисляет налог из фактически полученной прибыли, то уплата налога производится в конце месяца, следующего за отчетным, для всех месяцев, кроме декабря. Доплата за год осуществляется не позднее первого квартала года, следующего за отчетным.

По основным параметрам механизм уплаты налога на прибыль не изменялся на всем промежутке рассматриваемого периода. Такой порядок уплаты позволяет утверждать, что во многом экономическая конъюнктура в квартале $t - 1$ определяет поступления налога в квартале t .

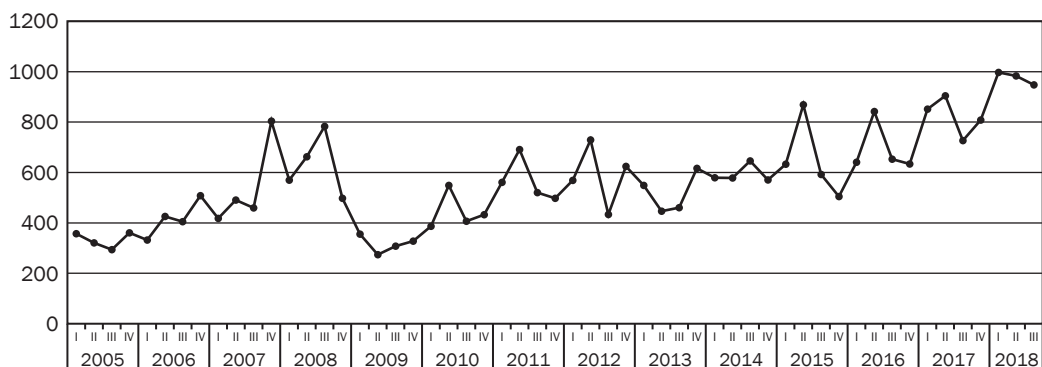
Краткосрочное прогнозирование налоговых поступлений может быть востребовано для составления кассового плана исполнения бюджета. Кассовый план — прогноз кассовых поступлений в бюджет и кассовых выплат из бюджета в текущем финансовом году. Он требуется для того, чтобы расходные обязательства своевременно покрывались доходами и источниками финансирования дефицита бюджета. Более точные прогнозы поступления налогов способствуют росту эффективности использования бюджетных средств.

На рис. 1 приведена динамика поступлений налога на прибыль за рассматриваемый период.

² ст. 246, 272, 273, 286–289 НК РФ.

Рисунок 1

**Динамика поступлений налога на прибыль в номинальном выражении, млрд руб. /
Corporate income tax revenues, nominal value, billion RUB**



Источник: расчеты автора на основе данных Казначейства России / Source: author's calculation based on the Russian Treasury data.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МОДЕЛИ И ДАННЫЕ

Модели и данные

Для прогноза поступлений налога на прибыль на один квартал вперед оцениваются четыре «первичные» модели и их комбинации. Выбор моделей был основан прежде всего на принципе простоты. Три модели представляют собой разные способы экстраполяции предыдущих значений ряда, одна является регрессией на Индекс МосБиржи.

1. *Наивный прогноз.* Величина поступлений налога на прибыль в следующем квартале принимается равной поступлениям налога в предыдущем квартале:

$$Y_t = Y_{t-1}, \tag{1}$$

где Y_{t-1} — поступления налога на прибыль в периоде $t - 1$,
 Y_t — поступления налога на прибыль в периоде t .

2. *Экспоненциальное сглаживание.* Используется экспоненциальное сглаживание следующего вида:

$$\hat{Y}_t = \alpha Y_t + (\alpha - 1)\hat{Y}_{t-1}, \tag{2}$$

где Y_t — поступления налога на прибыль в периоде t ,
 \hat{Y}_t — предсказанные поступления налога на прибыль в периоде t ,
 α — коэффициент сглаживания.

Для инициализации используется среднее первых $(T + 1)/2$ наблюдений Y_t (где T — количество наблюдений в выборке). Параметр α оценивается минимизацией суммы квадратов ошибки прогноза на один шаг вперед.

3. *Модель авторегрессии и скользящего среднего.* Используется модель ARIMA (2,1,2):

$$\Delta^1 Y_t = \alpha + \beta_1 \Delta^1 Y_{t-1} + \beta_2 \Delta^1 Y_{t-2} + \gamma_1 \varepsilon_{t-1} + \gamma_2 \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t, \tag{3}$$

где α, β, γ — параметры модели,
 Δ^1 — оператор первых разностей временного ряда.

Расширенный тест Дики — Фуллера не отвергает гипотезу о единичном корне для ряда в уровнях, отвергает для ряда в первых разностях — для оценки модели используются ряды в первых разностях. Модель оценивается методом максимального правдоподобия.

4. Регрессия поступлений налога на прибыль на Индекс МосБиржи (среднее за квартал) за предыдущий квартал:

$$Y_t = \alpha + \beta IMOEX_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (4)$$

где Y_t — поступления налога на прибыль в периоде t , $IMOEX_{t-1}$ — Индекс МосБиржи (среднее за квартал в периоде $t - 1$). Рассчитывается как среднее значение Индекса МосБиржи по дневным данным на момент открытия за квартал.

Тест Энгла — Гренджера отвергает гипотезу о том, что ряды поступлений налога на прибыль и Индекса МосБиржи не коинтегрированы, что исключает наличие «ложной» регрессии³. В использовании такой спецификации заложена следующая идея: инвесторы реагируют на прибыльность компаний в текущем периоде и заранее угадывают ее в следующем периоде, что сказывается на капитализации рынка акций. По существующей схеме уплаты налога поступления в бюджет в квартале t обеспечиваются во многом за счет деятельности организаций в кварталах t и $t - 1$, что согласуется с описанной логикой.

Модели оцениваются на основе ряда данных поступлений налога на прибыль в консолидированный бюджет с I кв. 2005 г. по II кв. 2018 г. Используются отчеты Казначейства России об исполнении консолидированного бюджета для расчета поступлений налога на прибыль организаций за квартал⁴. Прогноз осуществляется вне выборки на следующий квартал за период с I кв. 2014 г. по III квартал 2018 г., модель переоценивается по всем данным за предыдущие кварталы — **в данной работе не используется прогноз больше чем на один квартал вперед вне выборки.**

Методы комбинирования моделей

Применяются подходы, которые показывают наилучшие результаты в эмпирических исследованиях, — арифметическое среднее и отбрасывание моделей с посредственным результатом. Используются следующие варианты:

1) среднее арифметическое прогнозов;

$$f_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i, \quad (5)$$

где f_c — комбинация прогнозов,
 f_i — комбинируемые прогнозы,
 n — количество комбинируемых моделей.

2) выбор модели с минимальной ошибкой прогноза за предыдущие четыре квартала;

$$f_c = f_i, \quad (6)$$

где f_c — комбинация прогнозов;
 f_i — одна из моделей, выбранных по минимальной сумме ошибок за четыре квартала, предшествующих прогнозируемому.

В терминах комбинирования остальным моделям присваивается нулевой вес.

³ Значение τ статистики в случае поступлений налога на прибыль как зависимой переменной: $-6,19$.

⁴ Существенной сезонности в используемых рядах не выявлено. Модели оцениваются без ее учета.

3) выбор модели с минимальной ошибкой прогноза за предыдущий квартал;

$$f_c = f_i, \tag{7}$$

где f_c – комбинация прогнозов;

f_i – одна из моделей, выбранных по минимальной ошибке за квартал, предшествующий прогнозируемому.

Объединяются все четыре описанные модели. Кроме того, рассчитываются сочетания с исключением каждой из моделей для оценки влияния первичных моделей на результаты комбинирования.

Описание полученных результатов

Качество различных способов прогнозирования поступлений налога на прибыль оценивалось путем сравнения ошибок прогноза на промежутке в пять (I кв. 2015 г. – I кв. 2016 г.), 10 (I кв. 2015 г. – II кв. 2017 г.) и 15 кварталов (I кв. 2015 г. – III кв. 2018 г.). При этом сопоставлялись следующие варианты прогнозирования:

- 1) одна из первичных моделей;
- 2) арифметическое среднее прогнозов первичных моделей;
- 3) выбор первичной модели с минимальной суммой ошибок прогноза за предыдущие четыре квартала;
- 4) выбор первичной модели с минимальной ошибкой прогноза за предыдущий квартал.

Результаты прогноза на основе отобранных моделей дают близкие значения к фактическим поступлениям налога на прибыль (рис. 2).

Рисунок 2

Поступления налога на прибыль и прогнозные значения отобранных моделей, прогноз на квартал вперед, млрд руб. / Corporate income tax revenues and predicted values, one quarter ahead, billion RUB



Источник: расчеты автора по данным Казначейства России и Московской биржи / Source: author's calculation based on the Russian Treasury and Moscow Exchange data.

Для оценки точности прогнозов использовались три подхода к оценке ошибки: средняя абсолютная процентная, средняя абсолютная, среднеквадратичная (табл. 1, табл. А и Б в Приложении).

Таблица 1

**Средняя абсолютная процентная ошибка, прогноз на квартал вперед, % /
Mean absolute percentage error, one quarter ahead forecast, %**

	Период		
	5 кварталов (I кв. 2015 г. – I кв. 2016 г.)	10 кварталов (I кв. 2015 г. – II кв. 2017 г.)	15 кварталов (I кв. 2015 г. – III кв. 2018 г.)
Все отобранные модели			
Модель ARIMA	8,6	13,4	15,7
Экспоненциальное сглаживание	7,1	12,8	16,1
Индекс МосБиржи	4,9*	9,6*	13,1
Наивный прогноз	8,2	14,0	17,9
Арифметическое среднее прогнозов	7,1	12,4	15,4
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	25,0	21,4	17,9
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	17,5	15,8	12,8*
Без модели ARIMA			
Арифметическое среднее прогнозов	6,7	12,1	15,4
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	25,8	21,1	18,1
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	18,4	16,2	14,3
Без экспоненциального сглаживания			
Арифметическое среднее прогнозов	7,2	12,3	15,2
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	26,4	22,1	18,4
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	22,0	18,0	14,3
Без Индекса МосБиржи			
Арифметическое среднее прогнозов	7,9	13,4	16,3
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	27,2	24,0	19,2
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	21,2	17,8	14,1
Без наивного прогноза			
Арифметическое среднее прогнозов	6,8	11,9	14,8
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	17,5	16,5	13,7
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	17,5	15,8	12,8

* Наименьшие ошибки в категории «Все отобранные модели» за заданный период.

Источник: расчеты автора по данным Казначейства России и Московской биржи / Source: author's calculation based on the Russian Treasury and Moscow Exchange data.

Модель авторегрессии и скользящего среднего, подход с выбором модели с минимальной ошибкой прогноза в предыдущем квартале и подход с выбором модели с минимальной ошибкой прогноза за последние четыре квартала хуже наивного прогноза на промежутке в пять кварталов по всем мерам ошибок. На промежутке в 10 кварталов согласно средней абсолютной процентной ошибке и средней абсолютной ошибке хуже наивного прогноза те же варианты, за исключением модели авторегрессии и скользящего среднего. В случае среднеквадратичной ошибки все то же, только ошибка наивного прогноза равна ошибке модели авторегрессии и скользящего среднего. На промежутке в 15 кварталов для средней абсолютной процентной ошибки прогноз хуже или равен наивному в подходе

с выбором модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал (кроме варианта с исключением наивного). Для среднеквадратичной ошибки хуже или равны наивному прогнозу выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал в некоторых вариантах и среднее арифметическое прогнозов всех моделей. Для средней абсолютной ошибки хуже наивного прогноза подход с выбором модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал. **Из сказанного следует, что выбор модели по минимальной ошибке прогноза в предыдущем квартале в основном показывает себя хуже наивного прогноза на всех рассматриваемых временных отрезках.**

На промежутке в пять кварталов наименьшая ошибка среди всех рассмотренных моделей и мер ошибок — у модели с Индексом МосБиржи. На промежутке в 10 кварталов наблюдается тот же результат. На отрезке в 15 кварталов наименьшую величину средней абсолютной процентной ошибки и средней абсолютной ошибки прогноза обеспечивает подход с выбором модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала. Что касается среднеквадратичной ошибки за такой период, то наименьшую ошибку в варианте с комбинацией всех отобранных моделей обеспечивает модель с Индексом МосБиржи, но результат незначительно отличается от варианта с выбором модели по минимальной ошибке прогноза за предыдущие четыре квартала. В варианте комбинации без наивного прогноза наименьшая величина среднеквадратичной ошибки у выбора модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала. **Таким образом, на небольших временных отрезках выше точность модели с Индексом МосБиржи. На наибольшем рассматриваемом промежутке наибольшая точность у подхода с выбором модели по минимальной ошибке прогноза за последние четыре квартала.**

Общая тенденция в описываемых результатах — рост мер ошибок прогноза для первичных моделей и среднего арифметического прогнозов с увеличением временного отрезка и сокращение величины ошибок подходов, которые учитывают величину ошибки в предыдущих периодах. **Таким образом, на промежутке в пять и десять кварталов наименьшую ошибку прогнозирования обеспечивает модель без комбинирования. А на промежутке в 15 кварталов — выбор модели с минимальной ошибкой прогноза за предыдущие четыре квартала.**

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Наиболее вероятным объяснением описанной динамики представляется диверсификация ошибок прогнозов. С ростом длины временного отрезка увеличивается количество случаев, в которых модель сильно отклоняется от фактических значений ряда. Успех учета величины ошибок за четыре предыдущих квартала можно объяснить тем, что отбрасываются модели, показавшие наихудший результат в предыдущих периодах: такой подход лучше других рассмотренных реагирует на изменение факторов, оказывающих влияние на поступления налога на прибыль. В плане остальных подходов обратим внимание на следующее:

- посредственные результаты выбора модели по минимальной ошибке прогноза в предшествующем периоде можно объяснить тем, что такой способ комбинирования сильно зависит от случайных ошибок отдельных моделей;
- арифметическое среднее показывает хороший результат, но все же не является лучшим подходом к прогнозированию на рассматриваемых временных отрезках;
- Индекс МосБиржи показал хорошие результаты относительно других рассмотренных методов, что можно объяснить тем, что инвесторы быстро реагируют на текущее и ожидаемое изменение прибыльности компаний.

Как показывает проведенная нами работа, комбинирование прогнозов может давать результаты лучше, чем отдельные модели, что позволяет рекомендовать его использование на практике. Однако обратим внимание на ряд недостатков объединения моделей

как подхода к прогнозированию. Во-первых, проблема выбора модели частично устраняется, но возникает проблема выбора способа комбинирования. Для какого-то процесса отдельный способ объединения может и не быть постоянно оптимальным. Во-вторых, такой подход не вписывается в теоретические основы математической статистики, которые исходят из существования одной истинной модели, описывающей процесс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выделим основные результаты работы.

1. Выбор модели прогнозирования поступлений налога на прибыль по минимальной ошибке прогноза за предыдущие четыре квартала показывает результаты прогноза на следующий квартал лучше, чем экстраполяции, модель линейной регрессии и другие рассмотренные способы комбинирования прогнозов на промежутке в 15 кварталов.

2. Индекс МосБиржи дает наилучшие результаты прогнозирования поступлений налога на прибыль на следующий квартал на коротких временных отрезках и достаточно хорошие результаты на длинном горизонте.

Объединение прогнозов может диверсифицировать риски ошибок прогнозов, что было продемонстрировано в данной работе. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование метода комбинирования с учетом ошибок прогноза за предыдущие четыре квартала для краткосрочного прогнозирования поступлений налога на прибыль и рассматривать такой подход для прогнозирования других поступлений в бюджет.

Список источников

Андреев А. Прогнозирование инфляции методом комбинирования прогнозов в Банке России / Банк России. Серия докладов об экономических исследованиях. 2016. № 14.

Гурвич Е. Насколько точны макроэкономические и бюджетные прогнозы? // Вопросы экономики. 2006. № 9. С. 4–20. DOI: 10.32609/0042-8736-2006-9-4-20.

Иццоки О. Выбор модели и парадоксы прогнозирования // Квантиль. 2006. № 1. С. 43–51.

Bates J. M., Granger C. W. J. The Combination of Forecasts // Journal of the Operations Research Quarterly. 1969. Vol. 20. Iss. 4. P. 451–468. DOI: 10.1057/jors.1969.103.

Baumeister C., Kilian L. Forecasting the Real Price of Oil in a Changing World: A Forecast Combination Approach // Journal of Business & Economic Statistics. 2015. Vol. 33. Iss. 3. P. 338–351. DOI: 10.1080/07350015.2014.949342.

Esteves P. S., Braz C. R. Short-term Forecasting of Indirect Tax Revenues: An Application for Portugal / Banco de Portugal Economic Bulletin. Summer 2013.

Leal T. et al. Fiscal Forecasting. Lessons from the literature and challenges / ECB working paper series. 2007. № 843.

Manescu C., Robays I. V. Forecasting the Brent Oil Price. Addressing Time-Variation in Forecast Performance / ECB working paper series. 2014. № 1735.

Timmermann A. Forecast Combinations / Handbook of Economic Forecasting. 2006. Vol. 1. P. 135–196. DOI: 10.1016/S1574-0706(05)01004-9.

Review of Revenue Forecasting. Prepared for the Government of Western Australia, Department of Treasury / Deloitte, 2018.

Поступила в редакцию 30 апреля 2019 г.

Принята к публикации 10 июня 2019 г.

DOI: 10.31107/2075-1990-2019-3-9-21

Short-Term Fiscal Projections Using Forecast Combination Approach

Roman S. Leukhin^{1,2} (e-mail: leukhin@eeg.ru), ORCID 0000-0002-8054-1602

¹ Economic Expert Group, Moscow 109012, Russian Federation

² Financial Research Institute, Moscow 127006, Russian Federation

Abstract

In this paper the author compares a number of methods to forecast corporate income tax revenues in the next quarter: autoregressive integrated moving average, exponential smoothing, linear regression, naïve forecast, and combination approaches. Results show that the increase of the time period for the next quarter forecast error calculation leads to the increase of errors for individual models and arithmetic mean, and the decrease for combination approaches which consider forecast errors in previous periods. Linear regression with the MOEX Russia Index as explanatory variable provides the lowest error for the next quarter forecast for 5- and 10-quarter periods. The forecast combination approach, what takes into account the forecast error in previous 4 quarters, provides the best result for a period of 15 quarters, what is explained by diversification of forecast errors. This method can be successfully used for corporate income tax revenue projections and possibly for other budget revenues.

Keywords:

fiscal forecast, forecast combination, forecast accuracy, tax revenues, corporate income tax

JEL: C22, C53, H20

For citation: Leukhin R.S. Short-Term Fiscal Projections Using Forecast Combination Approach. *Finansovyy zhurnal – Financial Journal*, 2019, no. 3, pp. 9–21 (In Russ.). DOI: 10.31107/2075-1990-2019-3-9-21

Acknowledgments

The author expresses appreciation to E. T. Gurvich and A. L. Suslina for valuable comments and recommendations.

References

- Andreev A. (2016). Inflation Projections Worked out by Central Bank of Russia Using Forecast Combination Approach. Central Bank of Russia. Economic research papers (In Russ.).
- Bates J.M., Granger C.W.J. (1969). The Combination of Forecasts. *Journal of the Operations Research Quarterly*, vol. 20, iss. 4, pp. 451–468. DOI: 10.1057/jors.1969.103.
- Baumeister C., Kilian L. (2015). Forecasting the Real Price of Oil in a Changing World: A Forecast Combination Approach. *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 3, iss. 3, pp. 338–351. DOI: 10.1080/07350015.2014.949342/.
- Deloitte (2018). Review of Revenue Forecasting. Prepared for the Government of Western Australia, Department of Treasury.
- Esteves P.S., Braz C.R. (2013). Short-term forecasting of indirect tax revenues: an application for Portugal. Banco de Portugal Economic Bulletin, Summer.
- Gurvich E. (2006). How Accurate are Macroeconomic and Fiscal Forecasts? *Voprosy Ekonomiki*, no. 9, pp. 4–20 (In Russ.) DOI: 10.32609/0042-8736-2006-9-4-20.
- Itskhoki O. (2006). Model Selection and Paradoxes of Prediction. *Quantile*, no. 1, pp. 43–51. (In Russ.).
- Leal T. et al. (2007). Fiscal Forecasting. Lessons from the literature and challenges. ECB working paper series no. 843.
- Manescu C., Robays I.V. (2014). Forecasting the Brent Oil Price. Addressing Time-Variation in Forecast Performance. ECB working paper series no. 1735.
- Timmermann A. (2006). Forecast Combinations. *Handbook of Economic Forecasting*, vol. 1, pp. 135–196. DOI: 10.1016/S1574-0706(05)01004-9.

Received 30.04.2019

Accepted for publication 10.06.2019

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица А

**Среднеквадратичная ошибка, прогноз на квартал вперед /
Root-mean-square error, one quarter ahead forecast**

	Период		
	5 кварталов (I кв. 2015 г. — I кв. 2016 г.)	10 кварталов (I кв. 2015 г. — II кв. 2017 г.)	15 кварталов (I кв. 2015 г. — III кв. 2018 г.)
Все отобранные модели			
Модель ARIMA	11,4	13,9	14,4
Экспоненциальное сглаживание	9,1	12,8	14,3
Индекс МосБиржи	8,0*	10,8*	12,8*
Наивный прогноз	10,4	13,9	15,6
Арифметическое среднее прогнозов	9,2	12,3	15,6
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	18,6	17,6	15,6
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	17,6	15,2	13,0
Без модели ARIMA			
Арифметическое среднее прогнозов	8,6	11,9	13,4
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	18,7	17,0	15,7
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	17,6	15,2	13,9
Без экспоненциального сглаживания			
Арифметическое среднее прогнозов	9,3	12,1	13,3
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	18,5	17,6	15,5
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	17,4	15,1	12,9
Без Индекса МосБиржи			
Арифметическое среднее прогнозов	10,1	13,1	14,2
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	19,4	18,6	16,2
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	18,6	16,7	14,2
Без наивного прогноза			
Арифметическое среднее прогнозов	9,2	12,1	13,3
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	14,6	14,5	12,6
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	14,6	13,6	11,7

* Наименьшие ошибки в категории «Все отобранные модели» за заданный период.

Источник: расчеты автора по данным Казначейства России и Московской биржи / Source: author's calculation based on the Russian Treasury and Moscow Exchange data.

**Средняя абсолютная ошибка, прогноз на квартал вперед /
Mean absolute error, one quarter ahead forecast**

	Период		
	5 кварталов (I кв. 2015 г. — I кв. 2016 г.)	10 кварталов (I кв. 2015 г. — II кв. 2017 г.)	15 кварталов (I кв. 2015 г. — III кв. 2018 г.)
Все отобранные модели			
Модель ARIMA	5,6	9,4	11,5
Экспоненциальное сглаживание	4,6	9,3	12,2
Индекс МосБиржи	3,4*	7,2*	10,5
Наивный прогноз	5,3	9,9	13,2
Арифметическое среднее прогнозов	4,7	8,9	11,6
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	16,3	15,4	13,3
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	11,7	11,5	9,7*
Без модели ARIMA			
Арифметическое среднее прогнозов	4,4	8,8	11,7
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	16,8	15,1	13,5
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	11,7	11,5	10,6
Без экспоненциального сглаживания			
Арифметическое среднее прогнозов	4,7	8,8	11,4
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	17,1	15,8	13,6
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	14,3	12,8	10,6
Без Индекса МосБиржи			
Арифметическое среднее прогнозов	5,1	9,5	12,0
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	17,4	16,9	13,9
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	13,8	12,6	10,5
Без наивного прогноза			
Арифметическое среднее прогнозов	4,5	8,6	11,3
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущий квартал	11,7	12,1	10,5
Выбор модели по минимальной ошибке за предыдущие четыре квартала	11,7	11,5	9,7

* Наименьшие ошибки в категории «Все отобранные модели» за заданный период.

Источник: расчеты автора по данным Казначейства России и Московской биржи / Source: author's calculation based on the Russian Treasury and Moscow Exchange data.