https://doi.org/10.31107/2075-1990-2025-6-8-32

Эконометрическое прогнозирование бюджетных доходов (на примере Республики Таджикистан)

Екатерина Александровна Губкова
E-mail: egubkova@nifi.ru, ORCID: 0000-0001-5445-3572
Научно-исследовательский финансовый институт Минфина России, г. Москва, Российская Федерация
Илхом Аскарали Камолзода
E-mail: kamolzoda.tj@mail.ru, ORCID: 0009-0001-0170-091X
Министерство финансов Республики Таджикистан, г. Душанбе, Республика Таджикистан;
Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Республика Таджикистан
Сергей Сергеевич Судаков
E-mail: sudakov@nifi.ru, ORCID: 0000-0002-8683-4932
Научно-исследовательский финансовый институт Минфина России, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация
Прогнозирование бюджетных доходов является важной задачей органов власти стран, для решения которой зачастую используются достаточно простые счетные методы. Однако результаты их применения могут приводить к прогнозам довольно низкого качества. Статья посвящена системе прогнозирования налоговых доходов бюджета, которая характеризуется высокой прогнозной силой и может применяться в разных странах, включая развивающиеся. Разработанная система в автоматическом режиме генерирует и оценивает множество различных эконометрических спецификаций, а также комбинирует прогнозы отобранных моделей. В системе используются одномерные каузальные модели временны́х рядов, где ключевыми экзогенными переменными выступают различные варианты прокси налогооблагаемых баз, модельная налоговая ставка, а также прокси самой прогнозируемой переменной. При отборе моделей учитываются соответствие теоретическим предпосылкам, низкая ошибка прогноза и относительная простота в интерпретации результатов оценки. Работа системы апробируется на данных для Республики Таджикистан по годовым поступлениям НДС, налога на доходы юридических лиц, а также налога на доходы физических лиц. На основании анализа официальных данных Республики Таджикистан для каждого налога определен перечень прокси налогооблагаемой базы, а также разработана методика расчета модельных ставок. Эмпирическая апробация показала, что предложенная система снижает ошибку прогноза по сравнению с официальными прогнозами Министерства финансов Республики Таджикистан, основанными на традиционных счетных методах.

Ключевые слова: *прогнозирование доходов бюджета, эконометрическое моделирование налоговых поступлений, каузальные модели временных рядов, минимизация ошибки прогноза*

JEL: *C53, C32, H20*

Для цитирования: *Губкова Е. А., Камолзода И. А., Судаков С. С. Эконометрическое прогнозирование бюджетных доходов (на примере Республики Таджикистан) // Финансовый журнал. 2025. Т. 17. № 6. С. 8–32. https://doi.org/10.31107/2075-1990-2025-6-8-32.*

https://doi.org/10.31107/2075-1990-2025-6-8-32

Econometric Forecasting of Budget Revenues: The Case of Tajikistan

Ekaterina A. Gubkova[1], ***Ilhom A. Kamolzoda***[2, 3], ***Sergey S. Sudakov***[4]

[1, 4] *Financial Research Institute, Moscow, Russian Federation*
[2] *Ministry of Finance of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan*
[3] *Tajik National University, Dushanbe, Republic of Tajikistan*

[1] *egubkova@nifi.ru, https://orcid.org/0000-0001-5445-3572*
[2, 3] *kamolzoda.tj@mail.ru, https://orcid.org/0009-0001-0170-091X*
[4] *sudakov@nifi.ru, https://orcid.org/0000-0002-8683-4932*

Abstract
Forecasting budget revenues is an important task for government agencies involved in budget planning. While preparing official forecasts, simple computations are often used. However, it might lead to inaccurate forecasts. The article is devoted to the development of a tax revenues forecasting system with high predictive power which could be used by government agencies, including those in developing countries. Our system automatically generates a large number of various econometric specifications, estimates them, and combines the forecasts they produce. The system uses time series models with exogenous regressors (causal time series models). The key exogenous variables in these models are various proxies for taxable bases, the model tax rate, as well as proxies for tax proceeds themselves. Before combining models, several of them could be selected based on their quality, i.e., how well they correspond to the presumed theoretical assumptions, how high their predicting power is, and how easy their estimates are to interpret. The system is tested on data for the Republic of Tajikistan for annual proceeds from VAT, corporate income tax, and personal income tax. Before testing, we analyze official data from open sources to obtain a list of relevant proxies for tax bases, and to develop a method for calculating model tax rates. Then we proceed to forecasting. By comparing the (out-of-sample) system's forecast with the forecast of the Ministry of Finance of the Republic of Tajikistan, we show that for 2023, the system gives a lower forecasting error.

Keywords: *budget revenues forecasting, econometric modeling of tax revenues, time series models with exogenous regressors, forecast error minimization*

JEL: *C53, C32, H20*

For citation: *Gubkova E.A., Kamolzoda I.A., Sudakov S.S. (2025). Econometric Forecasting of Budget Revenues: The Case of Tajikistan. Financial Journal, 17 (6), 8–32 (in Russ.). https://doi.org/10.31107/2075-1990-2025-6-8-32.*

ВВЕДЕНИЕ

Для проведения фискальной политики и планирования государственных расходов правительствам различных стран важно иметь представление о будущих доходах, так как это позволяет скорректировать план расходования государственных средств и не допустить появления проблем с бюджетной устойчивостью и устойчивостью государственного долга. Чем лучше правительство понимает, каков ожидаемый размер бюджетных доходов, тем больше у него возможностей для выработки разумных государственных решений, направленных на ускорение темпов роста экономики, привлечение инвестиций и повышение общественного благосостояния. Это особенно актуально для развивающихся экономик.

Зачастую на практике ключевые органы, отвечающие за бюджетную политику, — министерства финансов — используют достаточно простые счетные методы прогнозирования бюджетных доходов. Несмотря на удобство применения подобных методов, они могут давать недостаточно точные прогнозы. Применение же более сложных методов, которые могли бы обеспечивать необходимую точность прогнозирования, может быть затруднено из-за отсутствия кадров соответствующей квалификации, особенностей институциональной основы деятельности соответствующих подразделений и значительных временны́х затрат, которых требует подготовка к использованию таких методов. Настоящее исследование посвящено разработке комплексной системы прогнозирования бюджетных доходов, которая была бы проста в использовании и одновременно обладала бы преимуществами, свойственными более продвинутым методам прогнозирования.

Простоты использования можно достичь за счет автоматизации процесса генерации спецификаций моделей прогнозирования доходов бюджета, оценки этих спецификаций и проверки точности их вневыборочных прогнозов. От пользователя требуется только отобрать из всех полученных спецификаций ограниченный набор моделей, опираясь на различные показатели качества. Затем на основе отобранных моделей можно получить прогнозы и каким-либо образом скомбинировать их для составления итогового прогноза. Комбинирование тоже может быть реализовано в рамках разработанной системы.

Прогнозная система апробируется на данных Республики Таджикистан. В этой стране задача повышения качества прогнозов доходов бюджета имеет высокий приоритет. В Указе Президента Республики Таджикистан от 31.01.2020 № 1446 «Об утверждении Стратегии управления государственными финансами Республики Таджикистан на период до 2030 года»[1] говорится о необходимости разработки и внедрения новой эмпирической модели прогнозирования доходов бюджета страны, обеспечения регулярного анализа качества прогнозов доходов, а также обеспечения тесной взаимосвязи между прогнозами доходов и общей макрофискальной рамкой.

Актуальность апробирования предлагаемого подхода на данных Республики Таджикистан обусловлена также тем, что в настоящее время ошибка официальных прогнозов для отдельных налогов довольно высока. В частности, показатель MAPE[2] прогнозов по налогу на доходы, социальному налогу, налогам на недвижимое имущество, НДС, особым системам налогообложения и акцизам в среднем составлял 11,48% в 2022 г. и 16,49% в 2023 г. (см. табл. 1).

---

[1] *Законодательство стран СНГ. Указ Президента Республики Таджикистан от 31.01.2020 № 1446 «Об утверждении Стратегии управления государственными финансами Республики Таджикистан на период до 2030 года». URL: https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=122425.*

[2] *Средняя абсолютная процентная ошибка прогноза (MAPE — Mean Absolute Percentage Error) рассчитывается как отношение разности фактических и прогнозируемых значений к фактическим, взятое по модулю.*

Таблица 1

Оценка точности прогнозирования доходов в Республике Таджикистан, млн сомони, 2022–2023 гг.

Тип налога	Факт		Прогноз		MAPE, %	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Налог на доходы физических лиц	2742,10	2702,90	2781,50	3123,90	1,44	15,58
Налог на доходы юридических лиц	3049,50	3520,10	2507,90	3105,80	17,76	11,77
Социальный налог	1990,20	2250,90	2051,00	2205,00	3,05	2,04
Налоги на недвижимое имущество	869,5	1019,10	496,5	562,50	42,90	44,80
НДС	8949,00	10 619,30	8499,30	9352,8	5,03	11,93
Особые системы налогообложения (специальные режимы налогообложения)	849,4	934,3	889,2	979,4	4,69	4,83
Акцизы	902	1253,80	852,2	947,20	5,52	24,45

Источник: составлено авторами по данным Министерства финансов Республики Таджикистан из гражданских бюджетов[3] на 2022 и 2023 гг. URL: https://moliya.tj/Admin/Documents/GetFile/82; https://moliya.tj/Admin/Documents/GetFile/83.

Настоящая статья построена следующим образом. Вначале приводится обзор литературы и международного опыта (в том числе Министерства финансов Республики Таджикистан) по прогнозированию бюджетных доходов. После этого описана концепция и методология разрабатываемой системы прогнозирования. Далее представлен раздел, посвященный апробации системы прогнозирования на данных Республики Таджикистан. Он начинается с краткого обзора параметров отдельных налогов в стране, за которым следует описание используемых данных. Затем приведен пул отобранных прогнозных моделей, на основе которых строится прогноз доходов по отдельным налогам (НДС, налог на доходы физических лиц, налог на доходы юридических лиц) для Республики Таджикистан на период 2024–2026 гг. Результат работы системы прогнозирования оценивается путем сравнения прогноза, даваемого системой, с официальными прогнозами налоговых доходов. В заключении изложены выводы.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Прогнозирование бюджетных доходов является достаточно хорошо изученным вопросом. В зависимости от целей исследовательских работ (получение долгосрочных бюджетных прогнозов или построение прогнозов на кратко- и среднесрочный периоды) определяется инструментарий прогнозирования. В рамках разработки долгосрочных прогнозов предполагается построение больших макроэконометрических моделей. Для краткосрочного и среднесрочного анализа типичны исследования, в которых доходы бюджета прогнозируются при помощи моделей временны́х рядов, а также микросимуляционных моделей.

Теме долгосрочного прогнозирования обычно посвящены работы международных организаций, центральных банков, а также органов власти стран. Например, Центральный банк Ирландии в рамках своей деятельности осуществляет прогнозирование макроэкономических показателей при помощи модели COSMO. В состав прогнозируемых показателей включены и фискальные переменные, в том числе доходы бюджета. Согласно детальному описанию модели, рассмотренной в работе [Bergin et al., 2017], совокупный размер доходов государственного сектора представлен суммой поступлений трех налогов: налога на доходы и богатство физических лиц, налога на прибыль организаций и налога на

[3] *Гражданский бюджет — форма представления государственного бюджета для граждан.*

потребление. При этом каждое слагаемое является произведением средней эффективной ставки налога и налоговой базы.

Академические исследования, со своей стороны, в большей степени ориентированы на краткосрочный и среднесрочный горизонты планирования. Соответственно, бóльшая часть таких исследований концентрируется на построении прогнозов при помощи моделей временны́х рядов. Эти модели делятся на одномерные, многомерные и каузальные.

Одномерные модели использовались, например, в работах [Ofori, Fumey, Nketiah-Amponsah, 2020; Wanguwabo et al., 2023; Wahyu, Rahmawati, Umam, 2022]. Авторы работы [Ofori, Fumey, Nketiah-Amponsah, 2020] использовали месячные данные за период 2002–2019 гг. для прогнозирования доходов от НДС в Гане двумя методами: при помощи ARIMA-модели[4] и метода Хольта (двойное экспоненциальное сглаживание). Авторы пришли к выводу, что на основании критериев MAE[5], MAPE и RMSE[6] ARIMA-модель в целом дает более точные результаты при прогнозировании доходов от НДС (в т. ч. с разбивкой на внутренний и внешний НДС) по сравнению с методом Хольта.

Прогнозы доходов России от подоходного налога, налога на прибыль (включая поступления этого налога в федеральный бюджет) и НДС моделировались в работе [Энтов и др., 2002]. Для оценки моделей авторы использовали ежемесячные данные о доходах в ценах 1993 г. за период с октября 1998 г. по март 2002 г. Для прогнозирования в основном использовались ARIMA-модели. По результатам исследования авторы получили достаточно качественные прогнозы доходов от перечисленных налогов. MAPE (оценка неточности прогноза в среднем за последние девять месяцев 2001 г.) по подоходному налогу и НДС не превышала 10%. В случае налога на прибыль ошибка прогноза составила около 20%.

Под многомерными моделями временны́х рядов понимаются векторные авторегрессии (Vector Autoregression — VAR) и их подвиды. Эти модели использовались, например, в работе [Krol, 2010] для прогнозирования поступлений налога с продаж, налога на прибыль и подоходного налога в бюджет Калифорнии (США). Автором использовались модели временны́х рядов VAR и BVAR (байесовская VAR), которые сравнивались с базовой моделью случайных блужданий. В моделях были использованы данные за 1979–2003 гг. для оценки поступлений в период 2004–2009 гг. Кроме налогов, в моделях учитывались ВВП США, реальные доходы населения (во всей стране и отдельно в Калифорнии), индекс потребительских цен (ИПЦ), цены на нефть, уровень безработицы. Дополнительно рассматривались такие переменные, как государственные расходы на безопасность, спред процентных ставок (разница между ставками по десятилетним казначейским облигациям и трехмесячным казначейским векселям) и индекс технологического сектора. По результатам исследования автор пришел к выводу, что наиболее предпочтительными моделями для прогнозирования доходов являются BVAR-модели, которые демонстрируют наименьшую среднеквадратическую ошибку по сравнению с результатами, полученными с помощью других моделей.

Использование BVAR-моделей рассматривалось также в работе [Петросян и др., 2024]. В частности, авторы оценивали эффективность байесовских методов для прогнозирования бюджетных доходов Республики Армения. В моделях использовались квартальные данные о суммарных налоговых поступлениях за период 2000–2020 гг., очищенные от

---

[4] *ARIMA — Autoregressive Integrated Moving Average. В рамках модели авторы учитывали рост ставки НДС на 2,5 п. п. в 2014 г.*

[5] *Средняя абсолютная ошибка прогноза (MAE — Mean Absolute Error) рассчитывается как среднее модулей разниц между фактическими и прогнозными значениями доходов.*

[6] *Корень из среднеквадратичной ошибки (RMSE — Root Mean Square Error) рассчитывается как средняя квадратичная разница между фактическими и прогнозными значениями доходов.*

сезонной компоненты. Разработанная BVAR-модель предполагала учет следующих переменных: реальный ВВП, реальный импорт и логарифм ИПЦ. Ошибка вневыборочного прогноза с помощью разработанной авторами модели находится на достаточно низком уровне — 2,4%. Тем не менее авторы пришли к заключению, что, несмотря на высокие прогнозные качества BVAR-моделей, их интерпретация может быть затруднена. Поэтому такой инструмент прогнозирования может быть рекомендован в качестве дополнения и элемента проверки результатов работы более простых моделей.

Модели как одномерных, так и многомерных временны́х рядов не требуют предположений о динамике других переменных. Даже если другие переменные включены в многомерные модели, они прогнозируются в рамках оцениваемой модели, а значит, не требуют оценок извне.

От моделей одномерных и многомерных временны́х рядов принципиально отличаются каузальные модели. Этот класс моделей предполагает, что динамика бюджетных доходов — зависимой переменной — определяется динамикой неких экзогенных переменных. В качестве объясняющих переменных могут использоваться любые релевантные показатели, однако чаще всего приоритет отдается налоговой базе исследуемого налога или ее макроэкономической прокси. Применение каузальных моделей для получения прогноза доходов требует наличия прогнозов для экзогенных переменных.

Каузальные модели временны́х рядов использовались исследователями во многих работах. Например, в более поздних исследованиях, посвященных России [Борисова, Комиссарова, 2023; Финагин, Шеремета, 2024], авторы применяли разные виды моделей (в т. ч. каузальные) для прогнозирования ненефтегазовых доходов бюджета страны. Используя квартальные данные о налогах и отдельных макроэкономических переменных (период, за который брались данные, был разным для разных налогов), авторы [Финагин, Шеремета, 2024] смогли добиться достаточно низких ошибок прогноза поступлений отдельных ненефтегазовых налогов (в частности, подоходного налога, налога на прибыль и НДС). Низкая ошибка прогноза была получена при использовании более комплексных моделей (по сравнению с одномерными; ECM, ARDL[7] и MIDAS[8]). В зависимости от налога полученные ошибки прогноза доходов варьировались от 5 до 14%. В частности, ошибка наилучшей из моделей для налога на прибыль составляла 14%, что меньше, чем в работе [Энтов и др., 2002], основанной на использовании одномерных моделей.

В работе [Corvalão, Samoryl, Brasil, 2010] авторы пытались улучшить точность прогнозирования ежемесячных доходов от НДС в штате Санта-Катарина (Бразилия). Для оценки прогнозных моделей использовались данные за период с декабря 1995 г. по декабрь 2001 г. С помощью предложенной Лондонской школой экономики динамической регрессии на основе концепции коинтеграции и коррекции ошибок в работе оценивалось несколько моделей. Для отбора релевантных экзогенных переменных в финальную спецификацию оцениваемой регрессии авторы проводили тест причинности Грейнджера. По результатам теста авторы отобрали следующие переменные для прогнозирования доходов от НДС: выручку промышленных предприятий, потребление электроэнергии, число консультаций торговых компаний со службами защиты кредиторов (прокси для объема продаж). Прогнозные результаты модели сравнивались по критерию MAPE со стандартной ARIMA-моделью, используемой органами власти для прогнозирования доходов от НДС. Ошибка прогноза разработанной модели была меньше ошибки ARIMA-модели практически на 2 п. п.: 2,51 и 4,63% соответственно.

Еще одним примером использования каузальной модели может служить работа [Telarico, 2021], где рассматривалось прогнозирование доходов от НДС и подоходного

[7] *ARDL — Autoregression with Distributed Lags.*

[8] *MIDAS — Mixed Data Sampling.*

налога. Одной из ключевых особенностей исследования является учет экзогенных шоков (в частности, пандемии коронавируса) при прогнозировании доходов бюджета Болгарии в период 2020–2022 гг. Авторы использовали относительно простые методы, включая оценку ARIMA-модели (базовый сценарий без учета шока) и множественной линейной регрессии (фактический сценарий для учета шока). Для оценки прогнозных моделей использовались годовые данные за период 1995–2019 гг. В рамках оценки многомерной регрессии учитывались такие экзогенные переменные, как ВВП и конечное потребление (для НДС), а также уровень пенсий, социальных трансфертов и заработной платы (для подоходного налога). Учет экзогенных переменных позволил получить оценки моделей, включающих эффект пандемии коронавируса. На основе критериев точности прогноза (в т. ч. MAE, MAPE, RMSE) был сделан вывод, что ARIMA-модель прогнозирует хуже, чем модели, учитывающие различные экзогенные шоки. В более поздней работе [Telarico, 2022] автор сконцентрировался на дальнейшем улучшении прогнозных моделей для доходов бюджета Болгарии. В частности, упор был сделан на пересмотре моделей Министерства финансов Болгарии, используемых для прогнозирования доходов от подоходного налога и налога на прибыль. Как и в предыдущей работе, точность прогнозирования налогов была улучшена автором за счет использования каузальных моделей. В частности, были подобраны макроэкономические переменные, которые давали более качественные результаты и, в отличие от моделей Министерства финансов, позволяли эти результаты воспроизвести.

В работе [Rudzkis, Maciulaityte, 2007] авторы исследовали вопрос прогнозирования доходов от налога на прибыль в Литовской Республике. Для прогнозирования использовался относительно простой класс линейных моделей, а также модель коррекции ошибок (Error Correction Model — ECM). Модели оценивались на квартальных данных за 1998–2005 гг. в два этапа: прогнозирование налоговой базы (в качестве объясняющих переменных рассматривались ВВП, инвестиции, фонд оплаты труда, экспорт) и прогнозирование доходов от налога на прибыль на основе оцененной налоговой базы. Авторы пришли к заключению, что наиболее релевантной налоговой базой для прогнозирования налога на прибыль является показатель операционной прибыли нефинансовых организаций. Ее использование при прогнозировании доходов минимизирует ошибку прогноза по сравнению с моделями, использующими другие налоговые базы (ошибка прогноза не превышает 6%).

Помимо традиционных эконометрических моделей, отдельные исследователи предпринимают попытки улучшить прогнозирование доходов бюджета при помощи методов машинного обучения. Изредка такие модели позволяют получить достаточно точные прогнозы (см., например, [Noor, Sarlan, Aziz, 2022; Hartono, 2022]). Однако во многих работах отмечается, что методы машинного обучения в целом не превосходят традиционные методы оценки временны́х рядов (см., например, работы [Chung, Williams, Do, 2022; Infusi, Kusuma, Arham, 2022; Larson, Overton, 2024]).

Еще один подход к прогнозированию бюджетных доходов — микросимуляционные модели — предполагает наличие баз микроданных об отдельных налогоплательщиках. С помощью этих данных можно оценить распределение налогоплательщиков по различным показателям, а также сумму получаемых от них налоговых поступлений. Подобного рода модель, например, используется Управлением Конгресса США по бюджету для прогноза поступлений налога на доходы физических лиц [CBO, 2015].

Часто на практике министерствами финансов разных стран используются более простые счетные методы прогнозирования доходов. В частности, российское законодательство[9]

[9] *Постановление Правительства РФ от 23 июня 2016 г. № 574 «Об общих требованиях к методике прогнозирования поступлений доходов в системы Российской Федерации».*

устанавливает несколько методов расчета поступлений доходов, в том числе метод прямого счета, метод усреднения, метод индексации, метод экстраполяции[10].

Министерство финансов Республики Таджикистан также проводит комплексное прогнозирование бюджетных доходов, охватывающее все ключевые виды налогов, и использует строгую методологию для обеспечения точных и обоснованных прогнозов. Однако в открытом доступе имеется лишь ограниченная информация о конкретных деталях инструментария прогнозирования доходов.

Например, основным документом, описывающим методологию прогнозирования доходов Республики Таджикистан, является инструкция по прогнозированию доходов государственного бюджета[11]. Она в основном концентрируется на описании прямых счетных методов для получения прогнозов доходов от различных налогов. В частности, для всех видов налогов в инструкции приведены подлежащие заполнению таблицы с фактическими и ожидаемыми значениями показателей, используемых для прогноза. Для составления прогноза поступлений налога на доходы физических лиц используется следующая информация: численность сотрудников, среднемесячная заработная плата, необлагаемый доход, ставка налога. Для налога на доходы юридических лиц используются данные о валовой прибыли, вычетах, необлагаемых суммах и ставке налога. Для НДС — товарооборот, импорт, ставка налога и льготы по налогу. Информация о значениях указанных показателей в анализируемые периоды берется, в частности, из прогнозов социально-экономического развития страны.

В инструкции подробно не раскрываются возможные дополнительные (включая эконометрические) методы прогнозирования бюджетных доходов. Тем не менее следует отметить, что используемые методы прогнозирования могут быть улучшены, так как ошибка разрабатываемых прогнозов относительно высока (см. Введение).

Подытоживая вышесказанное, важно подчеркнуть, что простые методы прогнозирования могут давать неточные результаты, а наиболее комплексные методы (например, макроэконометрические модели) требуют наличия достаточно большого количества качественных и надежных статистических данных, которые не всегда имеются в открытом доступе. Для разработки системы прогнозирования доходов компромиссным вариантом являются эконометрические методы. При этом используемые модели должны удовлетворять принципам простоты реализации и интерпретации и учета различных внешних факторов. Наилучшим образом этим принципам удовлетворяют каузальные модели. Однако необходимо также обеспечить по возможности минимальную ошибку прогноза. Сделать это можно посредством автоматической генерации большого количества каузальных моделей, последующей проверки качества вневыборочного прогнозирования с их помощью и отбора наилучших моделей, при котором качество прогноза является ключевым критерием. Далее будет предложена система прогнозирования, в которой этот механизм реализован.

КОНЦЕПЦИЯ ПРЕДЛАГАЕМОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

При разработке системы прогнозирования доходов мы опираемся на концепцию комбинирования прогнозов различных моделей, так как предполагается, что именно комбинация прогнозов моделей дает наиболее точный результат (см., например, [Fullerton, 1989; Леухин, 2019]). Поэтому мы реализуем в системе прогнозирования механизм автоматической оценки максимально большого количества моделей для отдельных налогов.

---

[10] *Законодательством также предусмотрено, что главные администраторы могут разработать и предложить собственный метод расчета поступлений определенного вида налога, если обоснуют и детально опишут его.*

[11] *Министерство финансов Республики Таджикистан. Инструкция по прогнозированию доходов государственного бюджета. 2022. URL: https://moliya.tj/Admin/Documents/GetFile/753.*

Модели, оцениваемые в системе, также генерируются автоматически путем комбинации различных параметров (категорий). Для отдельного налога в модели учитываются:

— ключевые экзогенные переменные;

— заданный набор контрольных переменных (тренд, разрыв выпуска, дамми-переменные для различных периодов);

— наличие или отсутствие лаговой зависимости (как для зависимой, так и для независимых переменных);

— тип трансформации прогнозируемой переменной и ключевых экзогенных переменных (уровни, логарифмы и т. д.);

— тип регрессии (модель в уровнях, модель в разностях, модель коррекции ошибок (ECM)).

Комбинирование всех возможных вариантов, представленных в каждой категории, позволяет получить большое количество различных спецификаций моделей. Оценка моделей в системе производится методом наименьших квадратов.

В качестве ключевой экзогенной переменной в системе имеется возможность использовать налоговую базу или ее прокси, которая, как было показано выше, достаточно часто применялась в научных работах.

Предусмотрена также возможность добавления в спецификации других экзогенных переменных. Система в первую очередь ориентирована на применение в развивающихся экономиках, подверженных частым реформам и структурным преобразованиям, поэтому рассматривались переменные, отражающие изменения в налоговой сфере. В качестве такой переменной можно использовать модельную налоговую ставку, которая применялась, например, в работах [Taylor, Sutton, 2018; Acheson et al., 2017; Burns et al., 2019]. Под модельной ставкой мы понимаем прокси эффективной ставки налога, расчет которой строится исходя из следующей логики. Налоговые поступления в общем случае представляют собой произведение налоговой базы и налоговой ставки. Если имеется дифференциация налоговой ставки одного налога по какому-либо признаку, то налоговая база также может быть разделена на части по этому признаку. Тогда налоговые поступления будут равны сумме произведений дифференцированных ставок и соответствующих им частей налоговой базы. Эффективная ставка — это сумма взвешенных дифференцированных ставок, где весами выступают отношения частей налоговой базы к налоговой базе в целом.

Наконец, в качестве экзогенной переменной в системе используется произведение прокси налоговой базы и модельной ставки, то есть прокси самих прогнозируемых налоговых поступлений.

Отметим, что система позволяет сгенерировать спецификации моделей как с экзогенными переменными, так и без них, но, например, с лагом зависимой переменной (авторегрессионную модель). За этапами генерации и оценки моделей следует этап отбора наилучших из них. Отбор осуществляется исследователем по трем критериям: высокая точность прогнозирования, соответствие статистическим тестам, соответствие экономической интуиции и логике.

Как и в большинстве академических работ по этой теме, при оценке точности прогнозирования используется критерий MAPE по вневыборочному прогнозу, который усредняется для прогнозов на один и на два года вперед. Модель отбирается в случае, если критерий MAPE для нее ниже, чем MAPE бенчмарк-модели, — в качестве последних использовались в основном модели с единичной эластичностью по прокси-базам. Критерий соответствия статистическим тестам предполагает анализ модельных остатков (нормальность[12],

[12] *Тест Харке — Бера.*

стационарность[13] и автокорреляция[14]). Система предусматривает поправку оценок стандартных ошибок коэффициентов регрессии на гетероскедастичность и автокорреляцию[15]. Критерий соответствия экономической интуиции и логике предполагает экспертный анализ модели на соответствие оценок теоретическим ожиданиям (например, знаки коэффициентов при налоговых базах должны быть положительными).

После этапа отбора система строит прогнозы на основе наилучших моделей (в данной работе — на 2024–2026 гг.), после чего комбинирует полученные прогнозы на основе подхода Бейтса — Грейнджера, предполагающего взвешивание прогнозов индивидуальных моделей с учетом их исторической ошибки прогноза.

Система прогнозирования реализована на языке программирования R. Алгоритм работы скрипта выглядит следующим образом: преобразование исходных данных, генерация модельных спецификаций, диагностика оцененных моделей, построение прогнозов по отобранным моделям, комбинирование прогнозов. Реализованная система является одной из форм машинного обучения, оперирующей каузальными моделями.

АПРОБАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ДАННЫХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Параметры налогов в Республике Таджикистан

Бóльшая часть налоговых доходов в Республике Таджикистан приходится на НДС, налог на доходы юридических лиц (НДЮЛ) и налог на доходы физических лиц (НДФЛ). Суммарно доходы от них в 2023 г. составили 65,4% совокупных налоговых доходов бюджета страны (или 12,9% ВВП). Учитывая важность этих налогов для бюджета Республики Таджикистан, остановимся на их анализе и прогнозировании.

Таблица 2

Базовые ставки трех ключевых налогов в Республике Таджикистан в 2005–2024 гг.

Налог	НК РТ (2004)	НК РТ (2012)	НК РТ (2022)	Отношение доходов от налога к ВВП (2023 г.)
НДС	20%	18%	14%	8,12%
НДЮЛ	4–25%, в зависимости от типа доходов / вида деятельности	5–25%, в зависимости от типа дохода / вида деятельности	13–20%, в зависимости от типа дохода / вида деятельности	2,70%
НДФЛ	Работа по найму, базовая ставка: > 1 ПР, до 100 сомони включительно: 8% от разницы между доходом и 1 ПР; > 100 сомони: 8% от разницы между 100 сомони и 1 ПР + 13% от разницы между доходом и 140 сомони.	Работа по найму, базовая ставка: > 1 ПР, до 140 сомони включительно: 8% от разницы между доходом и 1 ПР; > 140 сомони: 8% от разницы между 140 сомони и 1 ПР + 13% от разницы между доходом и 140 сомони.	Варьируется в зависимости от статуса плательщика (резидент/нерезидент) и вида доходов. Например, для работы по найму базовая ставка составляет для резидента 12% (доход по месту работы выше личного вычета), для нерезидента — 20%.	2,10%

Примечание: ПР — показатель для расчета (например, в 2012 г. он составлял 40 сомони); НК РТ (2004) — Налоговый кодекс Республики Таджикистан от 03.12.2004; НК РТ (2012) — Налоговый кодекс Республики Таджикистан от 17.09.2012; НК РТ (2022) — Налоговый кодекс Республики Таджикистан от 23.12.2021.
Источник: составлено авторами.

[13] *Тест Дики — Фуллера.*
[14] *Тест Бройша — Годфри.*
[15] *Метод, примененный в работе [Zeileis, 2004].*

Параметры НДС, НДЮЛ и НДФЛ описаны в разделах VII и VIII современного Налогового кодекса (главы 25–43, статьи 180–279)[16]. С 2005 г. по настоящее время в стране сменилось три редакции Налогового кодекса. С 2022 г. действует современная версия. В период 2005–2013 гг. в Республике Таджикистан действовал Налоговый кодекс от 03.12.2004[17], в период 2013–2022 гг. — от 17.09.2012[18].

В табл. 2 приведены основные параметры вышеуказанных налогов в период с 2005 г. Базовая ставка НДС снизилась с 20% в 2005 г. до 14% в 2024 г., и ожидается, что с 2027 г. она снизится до 13%. Что касается НДФЛ, важно отметить унификацию ставок обложения доходов от работы по найму с 2022 г. Ставка НДЮЛ характеризовалась широким разбросом в зависимости от типа дохода и вида деятельности организации, а также была подвержена изменениям как в части состава групп типов доходов и видов деятельности, так и в количественном измерении.

Используемые данные

При разработке системы прогнозирования налоговых доходов важен этап подготовки данных, отражающих динамику изменения доходов от рассматриваемых налогов. Источником статистических данных о зависимой переменной в моделях прогнозирования налоговых доходов (т. е. о размере поступлений НДС, НДЮЛ и НДФЛ) является открытая информация Министерства финансов Республики Таджикистан, публикуемая на сайте ведомства.

Что касается экзогенных переменных, то основным источником данных об их значениях являются публикации Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан, а также три редакции Налогового кодекса.

Применявшиеся в моделях прогнозирования модельные налоговые базы прошли этап отбора. В качестве таковых в первую очередь рассматривались прокси налоговых баз (прокси-базы): для НДС — расходы на конечное потребление домашних хозяйств; для НДЮЛ — чистая и валовая прибыль юридических лиц; для НДФЛ — показатели, характеризующие доходы населения. Также для аппроксимации доходов по всем типам налогов использовался ВВП.

Как было сказано ранее, этап подготовки данных включал в себя сбор исторической информации об изменениях основных параметров прогнозируемых налогов в период с 2005 г. В первую очередь к этим параметрам относится значение базовой ставки каждого налога. Остальные параметры различаются в зависимости от вида налога. При историческом анализе параметров НДС была выявлена значительная роль налоговых льгот по этому налогу, которые важно учитывать при его прогнозировании. Эти льготы предоставлялись в форме пониженных налоговых ставок и освобождений от уплаты налога в зависимости от вида товара или услуги, а также в зависимости от того, был товар импортирован или произведен внутри страны. Учесть налоговые льготы при прогнозировании НДС можно при помощи модельной ставки. Модельная ставка НДС для целей настоящего исследования определялась как взвешенная сумма базовой и пониженных ставок. Веса определялись пропорционально валовой добавленной стоимости (ВДС) в сферах деятельности, соответствующих каждой из ставок. Льгота в виде освобождения

---

[16] *Законодательство стран СНГ. Налоговый кодекс Республики Таджикистан от 23.12.2021 № 1844. URL: https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=136979#A000000443.*

[17] *Законодательство стран СНГ. Налоговый кодекс Республики Таджикистан от 03.12.2004. URL: https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=7913.*

[18] *Законодательство стран СНГ. Налоговый кодекс Республики Таджикистан от 17.09.2012 № 901. URL: https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=54848&openfulltext=yes.*

от выплаты НДС, которая применялась к экспортным и некоторым импортным товарам, соответствовала пониженной ставке, равной нулю. Общей налоговой базой служила сумма ВДС и импорта.

Были рассчитаны и альтернативные варианты модельной ставки НДС. Весами для них служили доли ВДС, производимой в различных сферах деятельности, в потреблении и ВВП (и то, и другое — переменные, использующиеся в качестве прокси налогооблагаемой базы НДС). Из двух альтернативных ставок лучшим предиктором оказалась модельная ставка НДС, при расчете которой за прокси налоговой базы принимался ВВП.

В отдельные модели для прогнозирования НДЮЛ и НДФЛ также были включены соответствующие модельные ставки налогов.

Для расчета модельной ставки НДЮЛ применялись данные о доходах юридических лиц от экономической деятельности. Дифференциация ставок этого налога во всех версиях Налогового кодекса производилась по видам деятельности. В разные годы выделялось по 2–3 группы из таких видов деятельности, как производство товаров, услуги транспорта и связи, кредитно-финансовые и другие услуги, добыча и переработка природных ресурсов[19]. Так как необходимая статистика для определения долей различных видов деятельности в валовой прибыли отсутствовала, для взвешивания дифференцированных ставок использованы данные Азиатского банка развития (АБР) о валовой добавленной стоимости по ключевым отраслям экономики.

Исходя из ограничений имеющейся статистики, модельная ставка по НДФЛ рассчитывалась только в отношении наиболее крупного источника налоговых поступлений — доходов, полученных резидентами за работу по найму. В отношении этих доходов в Республике Таджикистан действует прогрессивная шкала налогообложения: лица с доходом ниже так называемого личного вычета освобождаются от уплаты налога[20], ранее также действовали повышенные налоговые ставки для лиц с доходом выше порогового значения. Модельная ставка по НДФЛ может быть представлена как сумма средних ставок, с которыми сталкиваются однородные группы налогоплательщиков с различным уровнем дохода, взвешенных по доле дохода группы в общей сумме доходов.

Для разбиения налогооблагаемых доходов на группы было сформировано модельное распределение на основе данных о распределении налогоплательщиков по доходам за 2019 г. Оно было нормировано относительно средней заработной платы и затем приближено суммой двух логнормальных распределений[21]. Гистограмма исходного и полученного модельного распределения представлена в Приложении (рис. П1). С помощью модельного распределения удалось рассчитать доли групп в общем доходе и размер дохода для каждой из групп в динамике. На основании размера дохода в каждой группе и информации о личных вычетах и других параметрах НДФЛ, содержащихся в Налоговом кодексе, были получены средние ставки по группам, что позволило получить итоговый ряд модельной ставки НДФЛ.

С учетом полученных модельных ставок набор экзогенных переменных для НДЮЛ и НДФЛ был дополнен показателями, которые можно считать прокси самих этих налогов, так как они рассчитываются как произведение модельной ставки и прокси налоговой базы. Далее прокси налоговых баз и прокси налогов объединены в термин «модельные базы». Итоговый перечень модельных баз, использовавшийся в моделях для прогнозирования, представлен в табл. 3.

---

[19] *Например, в 2009 г. можно выделить две группы, так как разные ставки применялись для доходов предприятий из сферы услуг (первая группа) и для доходов остальных предприятий (вторая группа).*

[20] *Как и в случае НДС, освобождение от уплаты налога формализуется в виде ставки, равной нулю.*

[21] *Параметры распределений:* $\mu_1 = 0{,}44, \mu_2 = -0{,}43, \sigma_1 = 0{,}69, \sigma_2 = 0{,}18$. *Вес первого распределения — 0,73, второго — 0,27.*

Таблица 3

Отобранные модельные базы для налоговых поступлений

Налог	Модельная база	Описание
НДС	ВВП	Универсальная прокси-переменная налоговой базы
	Потребление	Компонента ВВП по расходам «Расходы на конечное потребление домашних хозяйств»
	Прокси фонда оплаты труда (ФОТ)	Произведение приведенной к годовому выражению среднемесячной заработной платы и количества занятых
НДЮЛ	ВВП	Универсальная прокси-переменная базы
	Валовая прибыль	Компонента ВВП по доходам «Валовая прибыль и смешанные доходы»
	Прокси НДЮЛ	Произведение модельной ставки НДЮЛ и ВВП
НДФЛ	ВВП	Универсальная прокси-переменная базы
	ФОТ	Общая заработной плата
	Прокси ФОТ	Произведение приведенной к годовому выражению среднемесячной заработной платы и количества занятых
	Прокси НДФЛ	Произведение модельной ставки НДФЛ и прокси ФОТ

Источник: составлено авторами.

Используемые в моделях временны́е ряды были проверены на стационарность при помощи расширенного теста Дики — Фуллера. Получилось, что нетрансформированные ряды являются нестационарными, и поэтому в основном рассматривались модели в разностях. Модели с нетрансформированными переменными включались в состав отобранных лишь в случае очень высокого качества прогноза. ECM-модели генерировались только в отношении тех налогов и модельных баз, между которыми с помощью теста Энгла — Грейнджера была обнаружена коинтеграция.

Модели прогнозирования

НДС

Для поступлений НДС было сгенерировано около 20 000 моделей[22] различных спецификаций. Из них в конечном счете было отобрано восемь оптимальных моделей. В трех из них учтена динамика модельных ставок, что позволяет применять их при прогнозировании налоговых поступлений в условиях изменений налогового законодательства. Еще в пяти моделях ставка как фактор не учтена, но их прогнозные свойства позволяют использовать их при подготовке базового прогноза доходов для случая неизменной налоговой политики. Восемь отобранных моделей были дополнены тремя бенчмарк-моделями с единичной эластичностью по трем используемым модельным базам (модели 1, 2 и 3). Итоговые одиннадцать моделей представлены в табл. 4. Под обозначением переменной $\text{Ставка}_{\text{Год}}^{\text{НДС}}$ понимается модельная ставка НДС, где веса определялись как ВДС в сферах деятельности (в случае внешнего НДС — импорта), соответствующих каждой из ставок, деленные на сумму ВДС по всем сферам деятельности и импорта, под $\text{Ставка}_{\text{Год}}^{\text{НДС\_ВВП}}$ — альтернативный вариант модельной ставки НДС, для которой весами служили доли

[22] *С учетом количества различных вариантов слагаемых моделей — 3 модельных базы; 4 варианта модельной ставки (включая ее отсутствие), 4 способа трансформации данных; 3 типа моделей; наличие или отсутствие в модели свободного члена (2 варианта), наличие или отсутствие тренда (2 варианта), наличие или отсутствие лага независимой переменной (2 варианта); наличие (в том числе в форме произведения с модельной базой) или отсутствие разрыва выпуска (3 варианта); наличие текущего, лагового, или обоих значений модельной базы (3 варианта) — число моделей, сгенерированных системой, составляет 10 368. Если учитывать наличие или отсутствие в моделях дамми-переменных, соответствующих годам с нетипичной динамикой налогов или баз, то число моделей возрастает почти в два раза.*

ВДС / импорта в ВВП. Трендовый $\text{ВВП}_{\text{Год}}$ — оценка потенциального номинального ВВП, полученная при помощи фильтра Ходрика — Прескотта, $\text{Разрыв выпуска}_{\text{Год}}$ — процентная разница между фактическим и трендовым значением номинального ВВП.

Таблица 4

Перечень моделей для прогнозирования НДС

№	Спецификация модели	MAPE, % 2013–2019
1	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = \Delta\ln\text{Потребление}_{\text{Год}}$	8,91
2	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = \Delta\ln\text{Прокси ФОТ}_{\text{Год}}$	4,91
3	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = \Delta\ln\text{ВВП}_{\text{Год}}$	5,67
4	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = 0{,}68^{*} \times \Delta\ln(\text{ВВП}_{\text{Год}} \times \text{Ставка}_{\text{Год}}^{\text{НДС}})$	7,23
5	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = 0{,}70^{*} \times \Delta\ln(\text{ВВП}_{\text{Год}} \times \text{Ставка}_{\text{Год}}^{\text{НДС\_ВВП}})$	5,14
6	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = 0{,}4^{*} \times \Delta\ln(\text{Потребление}_{\text{Год}} \times \text{Ставка}_{\text{Год}}^{\text{НДС}}) - 0{,}03 \times \times \Delta\ln(\text{Разрыв выпуска}_{\text{Год}} \times \text{Потребление}_{\text{Год}} \times \text{Ставка}_{\text{Год}}^{\text{НДС}}) - - 0{,}08 \times \text{Дамми}_{2020} + 0{,}56^{*} \times \Delta\ln\text{НДС}_{\text{Год}-1}$	4,75
7	$\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = -1{,}01 + 0{,}47^{*} \times \ln\text{Потребление}_{\text{Год}} + + 0{,}53^{*} \times \ln\text{НДС}_{\text{Год}-1} - 0{,}09 \times \text{Дамми}_{2020}$	1,43
8	$\Delta\ln\frac{\widehat{\text{НДС}_{\text{Год}}}}{\text{Трендовый ВВП}_{\text{Год}}} = -0{,}51^{*} + 0{,}57^{*} \times \Delta\ln\frac{\text{Потребление}_{\text{Год}}}{\text{Трендовый ВВП}_{\text{Год}}} - - 0{,}24^{*} \times \left(\ln\frac{\text{НДС}_{\text{Год}-1}}{\text{Трендовый ВВП}_{\text{Год}-1}} - -1{,}46^{*} \times \ln\frac{\text{Потребление}_{\text{Год}-1}}{\text{Трендовый ВВП}_{\text{Год}-1}}\right) - 0{,}24^{*} \times \text{Дамми}_{2009} + + 0{,}20 \times \Delta\ln\frac{\text{НДС}_{\text{Год}-1}}{\text{Трендовый ВВП}_{\text{Год}-1}}$	3,65
9	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = 0{,}89^{*} \times \Delta\ln\text{ВВП}_{\text{Год}} - - 0{,}17^{*} \times (\ln\text{НДС}_{\text{Год}-1} - 0{,}77^{*} \times \ln\text{ВВП}_{\text{Год}-1}) - 0{,}05 \times \text{Дамми}_{2020}$	4,47
10	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = 0{,}85^{*} \times \Delta\ln\text{Прокси ФОТ}_{\text{Год}} - - 0{,}44^{*} \times (\ln\text{НДС}_{\text{Год}-1} - 0{,}83^{*} \times \ln\text{Прокси ФОТ}_{\text{Год}-1})$	3,88
11	$\Delta\ln\widehat{\text{НДС}}_{\text{Год}} = 1{,}02^{*} \times \Delta\ln\text{Прокси ФОТ}_{\text{Год}} - 0{,}09 \times \text{Дамми}_{2020}$	5,20

Примечания:
1 Модели, содержащие модельную ставку, оценены на данных за 2010–2022 гг., модели без модельной ставки — на данных за 2002–2022 гг.
2 Оценки коэффициентов со знаком «» значимы (на уровне до 10%).*
3 $\text{Трендовый ВВП}_{\text{Год}}$ *— оценка трендового (потенциального) номинального ВВП, полученная при помощи фильтра Ходрика — Прескотта,* $\text{Разрыв выпуска}_{\text{Год}}$ *— процентная разница между фактическим и трендовым значением номинального ВВП.*
Источник: составлено авторами.

НДЮЛ

В рамках работы автоматизированной системы тестировалось свыше 10 000 спецификаций прогнозных моделей для поступлений НДЮЛ. На основе многостороннего анализа отобрано десять наиболее перспективных моделей. Модельная ставка включалась в отобранные модели прогнозирования только в виде произведения на модельную базу. Единственной отобранной модельной базой в этих случаях является номинальный ВВП. В ряде случаев упор делался на включение единичного лага модельной базы и прокси-поступлений, что объясняется зависимостью как текущих (авансовых), так и окончательных

поступлений НДЮЛ от прошлогоднего начисленного налога[23]. В качестве бенчмарк-моделей используются модели 1 и 2 с единичной эластичностью по модельным базам, а также модель 3. Последняя была включена в состав бенчмарк-моделей на том основании, что она содержится в Руководстве по модели государственных доходов Республики Таджикистан. Итоговые тринадцать моделей представлены в табл. 5.

Таблица 5

Перечень моделей для прогнозирования НДЮЛ

№	Спецификация модели	Период оценивания, гг.	MAPE, % 2013-2019
1	$\Delta\ln\widehat{НДЮЛ}_{Год} = \Delta\ln ВВП_{Год}$	2002–2022	8,48
2	$\Delta\ln\widehat{НДЮЛ}_{Год} = \Delta\ln \text{Валовая прибыль}_{Год}$	2002–2022	10,86
3	$\widehat{НДЮЛ}_{Год} = 0{,}03^{*} \times \text{Валовая прибыль}_{Год} - 1349{,}59^{*} \times \text{Дамми}_{Год} - 11{,}15^{*} \times \text{Тренд}_{Год}$	2002–2022	8,90
4	$\widehat{НДЮЛ}_{Год} = 0{,}25^{*} \times \text{Прокси НДЮЛ}_{Год}^{ВВП} + 0{,}01^{*} \times \text{Прокси НДЮЛ}_{Год}^{ВВП} \times \text{Разрыв выпуска}_{Год} + 173{,}27^{*} \times \text{Дамми}_{2017} - 84{,}00^{*} \times \text{Тренд}_{Год}$	2002–2021	12,59
5	$\widehat{НДЮЛ}_{Год} = 0{,}24^{*} \times \text{Прокси НДЮЛ}_{Год-1}^{ВВП} + 193{,}21 \times \text{Дамми}_{2017} - 77{,}56^{*} \times \text{Тренд}_{Год}$	2002–2021	11,54
6	$\Delta\ln\widehat{НДЮЛ}_{Год} = 1{,}06^{*} \times \Delta\ln\text{Прокси НДЮЛ}_{Год-1}^{ВВП} + 0{,}13 \times \Delta\ln\text{Прокси НДЮЛ}_{Год}^{ВВП} \times \text{Разрыв выпуска}_{Год} + 0{,}31 \times \text{Дамми}_{2017}$	2002–2021	6,81
7	$\Delta\ln\widehat{НДЮЛ}_{Год} = 0{,}51 \times \Delta\ln\text{Прокси НДЮЛ}_{Год}^{ВВП} + 0{,}71^{*} \times \Delta\ln\text{Прокси НДЮЛ}_{Год-1}^{ВВП} + 0{,}28 \times \text{Дамми}_{2017}$	2002–2021	6,36
8	$\Delta\ln\widehat{НДЮЛ}_{Год} = 1{,}04^{*} \times \Delta\ln\text{Валовая прибыль}_{Год} + 0{,}07 \times \text{Разрыв выпуска}_{Год} + 0{,}20 \times \text{Дамми}_{2017}$	2002–2022	11,01
9	$\Delta\widehat{НДЮЛ}_{Год} = -105{,}08^{*} + 0{,}05^{*} \times \Delta ВВП_{Год} + 40{,}53 \times \text{Разрыв выпуска}_{Год} + 139{,}30^{*} \times \text{Дамми}_{2017}$	2002–2022	6,44
10	$\Delta\widehat{НДЮЛ}_{Год} = -112{,}23 + 0{,}05^{*} \times \Delta ВВП_{Год} + 0{,}01 \times \Delta ВВП_{Год} \times \text{Разрыв выпуска}_{Год} + 132{,}51^{*} \times \text{Дамми}_{2017}$	2002–2022	6,39
11	$\Delta\ln\widehat{НДЮЛ}_{Год} = 1{,}23^{*} \times \Delta\ln ВВП_{Год} + 0{,}04 \times \text{Разрыв выпуска}_{Год} + 0{,}18 \times \text{Дамми}_{2017}$	2002–2022	6,13
12	$\Delta\ln\widehat{НДЮЛ}_{Год} = -7{,}09^{*} + 0{,}93 \times \Delta\ln ВВП_{Год} - 0{,}01 \times \Delta\ln ВВП_{Год} \times \text{Разрыв выпуска}_{Год} - 0{,}02 \times \text{Тренд}_{Год} + 0{,}15 \times \text{Дамми}_{2017} - 0{,}76^{*} \times (\ln НДЮЛ_{Год-1} - 1{,}53^{*} \times \ln ВВП_{Год-1})$	2002–2022	7,48
13	$\ln\widehat{НДЮЛ}_{Год} = -8{,}89 + 1{,}45^{*} \times \ln ВВП_{Год} + 0{,}13^{*} \times \text{Дамми}_{2017}$	2002–2022	3,74

Примечания:
1 Оценки коэффициентов со знаком «» значимы (на уровне до 10%).*
2 Пояснений принципа расчета фиктивной переменной $\text{Дамми}_{Год}$ *в Руководстве по модели государственных доходов Республики Таджикистан не представлено.*
Источник: составлено авторами.

[23] *Поступления налога в текущем календарном году состоят из двух частей. Во-первых — из текущих платежей, базой для исчисления которых является начисленный налог прошлого года, зависящий от прошлогодней налоговой ставки. Во-вторых — из доплаты, приходящейся на апрель текущего календарного года и представляющей собой расчеты по прошлогодним налоговым обязательствам.*

НДФЛ

В рамках автоматизированной системы было рассмотрено 26 000 моделей для налога на доходы физических лиц. При их оценке использованы данные за 2000–2020 гг. Ошибки прогноза рассматривались для периода 2013–2019 гг., что связано с нетипичным поведением налоговых поступлений в 2020 г. Параметры регрессионных моделей оценивались на разных временны́х промежутках ввиду разной доступности статистических данных о временны́х рядах, использованных в моделях.

В результате анализа было отобрано четыре модели для прогнозирования НДФЛ (модели 5–8 в табл. 6). Две из них содержат в правой части модельную ставку НДФЛ: модель 5 — неявно, в составе прокси НДФЛ, которая в ней используется как модельная база; модель 6 — напрямую, при этом в качестве модельной базы выступает номинальный ВВП. В двух остальных моделях модельной базой является прокси ФОТ.

В перечень бенчмарк-моделей входят три модели с единичной эластичностью по модельным базам (модели 1–3 в табл. 6). Четвертая бенчмарк-модель (модель 4 в табл. 6) используется в Руководстве по модели государственных доходов Республики Таджикистан.

Таблица 6

Перечень моделей для прогнозирования НДФЛ

№	Спецификация модели	Период оценивания, гг.	MAPE, % 2013–2019
1	$\Delta\ln\widehat{НДФЛ}_{Год} = \Delta\ln ФОТ_{Год}$	2002–2022	3,85
2	$\Delta\ln\widehat{НДФЛ}_{Год} = \Delta\ln Прокси\ ФОТ_{Год}$	2002–2021	4,20
3	$\Delta\ln\widehat{НДФЛ}_{Год} = \Delta\ln Прокси\ НДФЛ_{Год}$	2002–2021	5,4
4	$\widehat{НДФЛ}_{Год} = 0{,}23 \times ФОТ_{Год} - 812{,}13 \times Дамми_{Год} - 121{,}23 \times Дамми_{2020} - 19{,}09 \times Тренд_{Год}$	2002–2022	1,80
5	$\Delta\ln\widehat{НДФЛ}_{Год} = 0{,}04 + 0{,}66^{*} \times \Delta\ln Прокси\ НДФЛ_{Год} - 0{,}41^{*} \times (\ln НДФЛ_{Год-1} - 0{,}91^{*} \times \ln Прокси\ НДФЛ_{Год-1}) - 0{,}12^{*} \times Дамми_{2020}$	2002–2021	4,82
6	$\ln\widehat{НДФЛ}_{Год} = 3{,}04 + 0{,}52^{*} \times \ln ВВП_{Год} + 0{,}52^{*} \times \ln НДФЛ_{Год-1} + 0{,}94^{*} \times \ln Ставка_{Год}^{НДФЛ} - 0{,}14^{*} \times Дамми_{2020}$	2002–2022	2,58
7	$\ln\widehat{НДФЛ}_{Год} = -2{,}43^{*} + 0{,}96^{*} \times \ln Прокси\ ФОТ_{Год-1} - 0{,}11 \times Дамми_{2020}$	2002–2021	3,18
8	$\Delta\frac{\widehat{НДФЛ}_{Год}}{Трендовый\ ВВП_{Год}} = 0{,}02^{*} \times \Delta\frac{Прокси\ ФОТ_{Год}}{Трендовый\ ВВП_{Год}} - 0{,}46^{*} \times \left(\frac{НДФЛ_{Год-1}}{Трендовый\ ВВП_{Год-1}} - 0{,}05^{*} \times \frac{Прокси\ ФОТ_{Год-1}}{Трендовый\ ВВП_{Год-1}}\right) - 0{,}003^{*} \times Дамми_{2020}$	2002–2021	2,76

Примечания:
1 Оценки коэффициентов со знаком «» значимы (на уровне до 10%).*
2 Пояснение относительно принципа расчета фиктивной переменной $Дамми_{Год}$ *в Руководстве по модели государственных доходов Республики Таджикистан не представлено.*
Источник: составлено авторами.

Прогноз поступлений НДС, НДЮЛ и НДФЛ в бюджет Республики Таджикистан на ближайшие годы

При помощи отобранных моделей был составлен прогноз налоговых доходов на 2024–2027 гг.[24] Для этого был необходим прогноз переменных, входящих в правую часть моделей. Удобнее всего было использовать для этой цели макроэкономические допущения, опубликованные в официальном документе Министерства экономического развития и торговли Республики Таджикистан — Прогнозе макроэкономических показателей на период с 2024 по 2026 г. (далее — ПМП)[25]. Однако этот документ не охватывает все используемые в моделях переменные, а также 2027 г. Поэтому часть прогнозных значений переменных была определена исходя из сформулированных ниже посылок.

Темпы роста макроэкономических переменных в 2027 г. были приравнены к их прогнозируемым значениям в 2026 г. Отметим, что именно ПМП является основой при подготовке Министерством финансов Республики Таджикистан прогнозов доходов и расходов бюджета.

В ПМП определены ожидаемые значения ВВП, экспорта, импорта и занятости. На основе прогнозируемых в ПМП темпов роста номинального ВВП восстанавливаются ожидаемые значения расходов на конечное потребление домохозяйств, валовой прибыли, ФОТ и прокси ФОТ.

Для моделей с модельными ставками было необходимо спрогнозировать эти ставки. Это значит, что для каждого налога требовалось сделать прогноз дифференцированных ставок и весов. Информация о планируемых изменениях ставок обычно известна и содержится в законодательстве. Для весов использовались прогнозы переменных, представленные выше. Кроме этого, делался ряд предположений. Например, прогноз весов для модельной ставки НДС строился на основе предположения о том, что темпы роста ВДС равны темпам роста номинального ВВП вне зависимости от вида деятельности. В отношении модельной ставки НДФЛ продолжали применяться данные о распределении совокупных годовых доходов групп населения по уровням заработной платы за 2019 г. Значения средней заработной платы определялись исходя из показателей темпов роста оплаты труда и занятости. Для модельной ставки НДЮЛ доли отдельных укрупненных видов деятельности в ВДС (производство товаров, оказание финансовых услуг и услуг связи, прочие виды деятельности) полагались равными последнему наблюдению.

Итоговый прогноз налоговых поступлений выводится путем комбинирования прогнозов различных типов и спецификаций моделей. Для комбинирования использовалось средневзвешенное значение прогнозов индивидуальных моделей на основе подхода [Bates, Granger, 1969], в рамках которого веса моделей рассчитываются при помощи средней абсолютной процентной ошибки прогнозов моделей в прошлом.

Построенные на основе перечисленных посылок среднесрочные прогнозы НДС, рассчитанные с помощью моделей, представлены на рис. 1. Модели 4 и 5, использующие в качестве предиктора модельную ставку, дают менее оптимистичный прогноз поступлений по сравнению с другими. На рис. 2 представлен результат комбинирования моделей в итоговом прогнозе НДС. Здесь и далее появление облака вокруг пунктирной линии комбинированного прогноза объясняется разбросом прогнозов индивидуальных моделей.

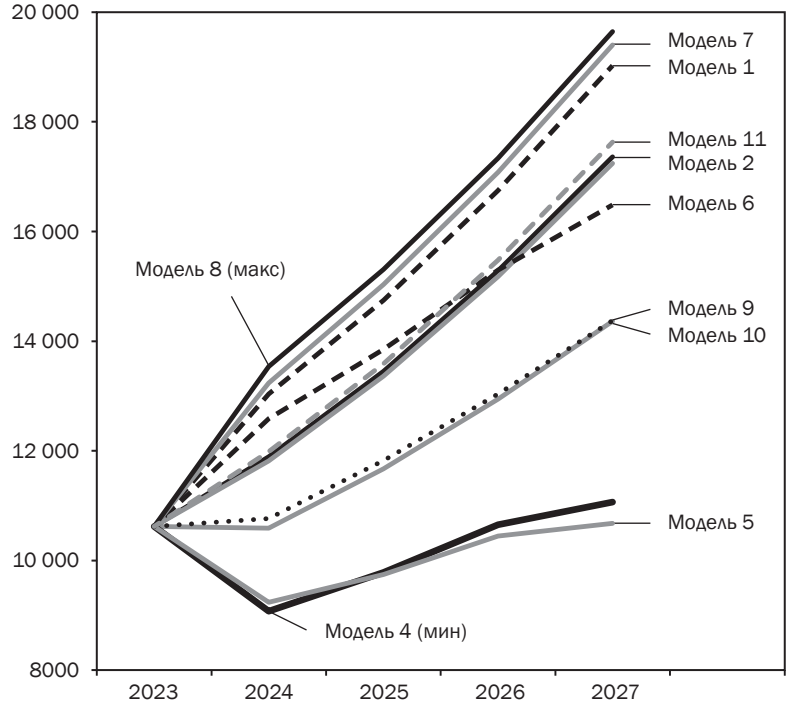
---

[24] *На момент составления прогноза официальных данных за 2024 г. еще не было.*

[25] *Министерство юстиции Республики Таджикистан. О прогнозе основных макроэкономических показателей Республики Таджикистан на 2024–2026 годы. URL: http://www.portali-huquqi.tj/publicadliya/view_qonunhoview.php?showdetail=&asosi_id=27653.*

Рисунок 1

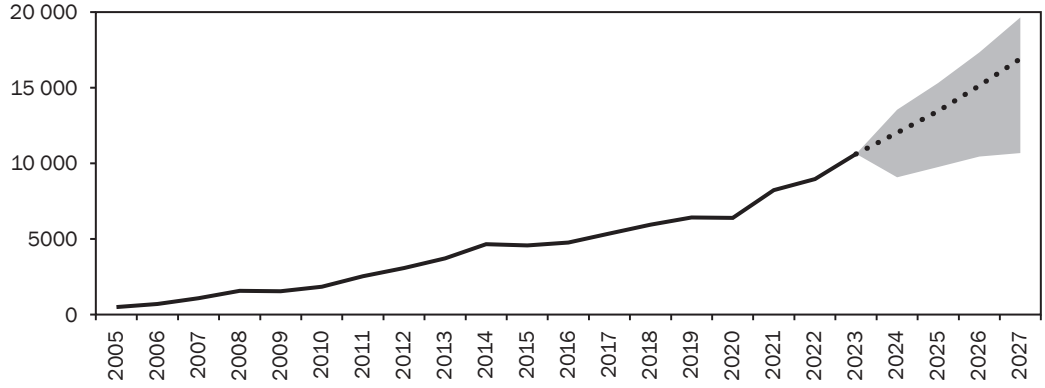
Среднесрочный прогноз поступлений НДС в разрезе индивидуальных моделей, 2024–2027 гг. (млн сомони)



Примечание: «мин» — минимальное значение (2024 г.), «макс» — максимальное значение (2024 г.).
Источник: рисунок и расчеты авторов.

Рисунок 2

Среднесрочный комбинированный прогноз поступлений НДС, 2024–2027 гг. (млн сомони)



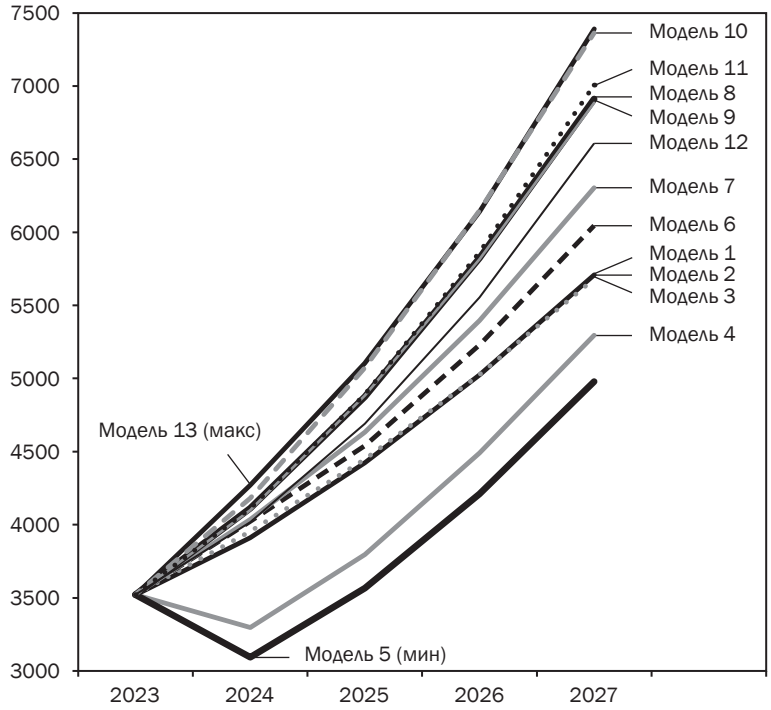
Примечание: пунктирная линия — линия прогнозируемых значений. Область вокруг пунктирной линии — диапазон значений прогнозов.
Источник: рисунок и расчеты авторов.

На рис. 3 представлены среднесрочные прогнозы поступлений НДЮЛ, рассчитанные с помощью 13 моделей. Прогнозы моделей с налоговой ставкой (модели 4, 5, 6, 7) оказываются в среднем более пессимистичными. На рис. 4 представлен комбинированный

прогноз поступлений НДЮЛ: он взвешивает прогнозы всех индивидуальных моделей, за исключением одной из моделей индексации (модели 1 либо 2), дающих одинаковые прогнозы ввиду идентичных предположений в отношении динамики баз.

Рисунок 3

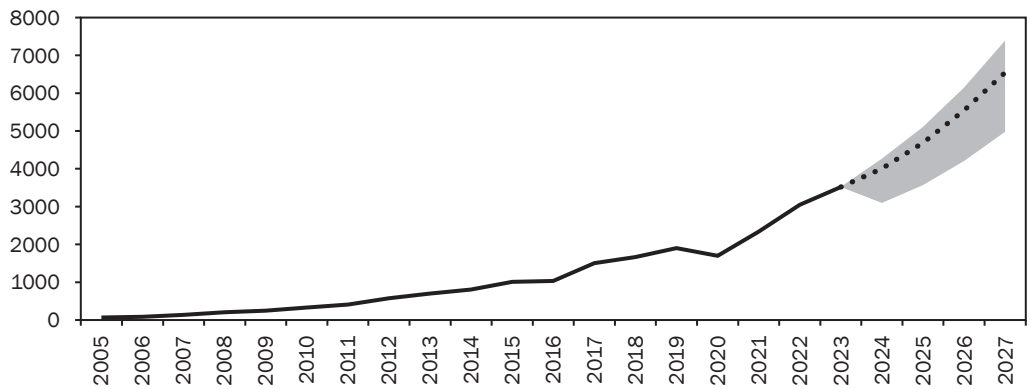
Среднесрочный прогноз поступлений НДЮЛ в разрезе индивидуальных моделей, 2024–2027 гг. (млн сомони)



Примечание: «мин» — минимальное значение (2024 г.), «макс» — максимальное значение (2024 г.).
Источник: рисунок и расчеты авторов.

Рисунок 4

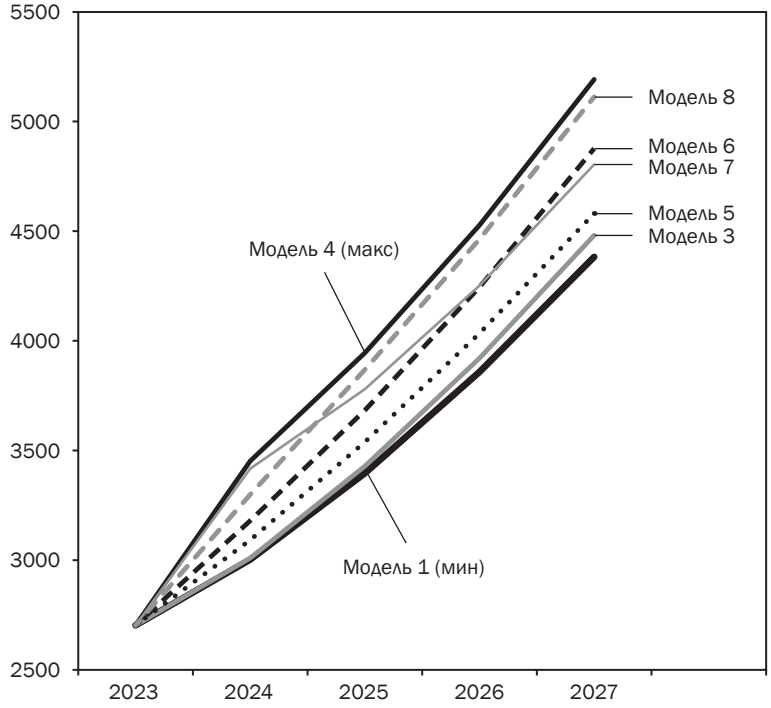
Среднесрочный комбинированный прогноз поступлений НДЮЛ, 2024–2027 гг. (млн сомони)



Примечание: пунктирная линия — линия прогнозируемых значений. Область вокруг пунктирной линии — диапазон значений прогнозов.
Источник: рисунок и расчеты авторов.

Рисунок 5

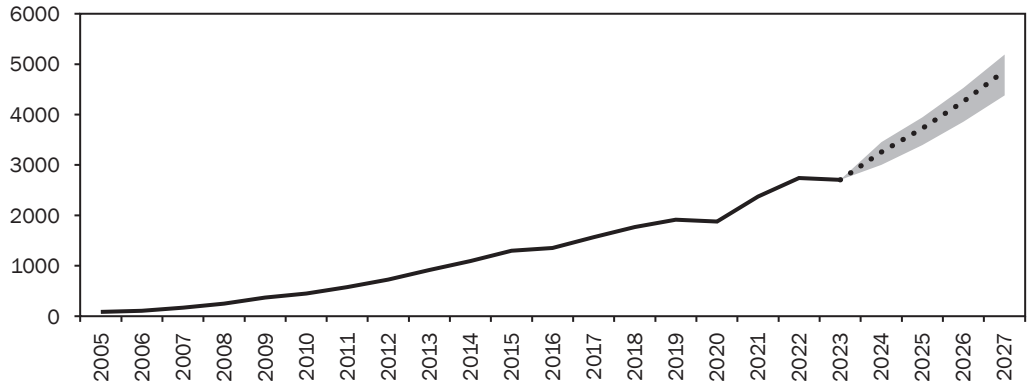
Среднесрочный прогноз поступлений НДФЛ в разрезе индивидуальных моделей, 2024–2027 гг. (млн сомони)



Примечание: «мин» — минимальное значение (2024 г.), «макс» — максимальное значение (2024 г.).
Источник: рисунок и расчеты авторов.

Рисунок 6

Среднесрочный комбинированный прогноз поступлений НДФЛ, 2024–2027 гг. (млн сомони)



Примечание: Пунктирная линия — линия прогнозируемых значений. Область вокруг пунктирной линии — диапазон значений прогнозов.
Источник: рисунок и расчеты авторов.

На рис. 5 представлены среднесрочные прогнозы поступлений НДФЛ, которые рассчитаны с помощью восьми моделей. Модели 1 и 2 дают одинаковый прогноз, так как в них заложена единичная эластичность налога по модельным базам, в отношении роста

которых используются одинаковые предположения. Поэтому при комбинировании один из этих прогнозов опускается. Эти модели дают менее оптимистический прогноз по сравнению с остальными, тогда как прогноз согласно модели 4 в среднем является максимальным. На рис. 6 приведен комбинированный прогноз поступлений НДФЛ по семи моделям.

Итоговые прогнозы по трем налогам представлены в табл. 7. Наряду с основным прогнозом был сформирован альтернативный прогноз поступлений, построенный при помощи прогноза макроэкономической динамики от МВФ[26]. Для НДС и НДФЛ наблюдается общая тенденция: в 2024 г. альтернативный прогноз несколько выше основного, а в период 2025–2026 гг. наибольшие значения наблюдаются у основного прогноза, и при этом разница в прогнозах со временем растет. Что касается НДЮЛ, то в 2024–2025 гг. альтернативный прогноз превышает основной более чем на 4%, но в 2026 г. ожидается сокращение разрыва в прогнозах. Эти тенденции обусловлены разницей в прогнозах темпа роста номинального ВВП.

Таблица 7

Среднесрочный комбинированный прогноз поступлений НДС, НДЮЛ и НДФЛ при различных сценариях макроэкономической динамики, 2024–2026 гг. (млн сомони)

Налог	Сценарий	2024	2025	2026
НДС	Основной	12 017,9	13 457,7	15 127,0
	Альтернативный	12 073,9	13 385,0	14 813,5
	Соотношение (альтернативный к основному), %	100,5	99,5	97,9
НДЮЛ	Основной	3991,8	4656,4	5482,8
	Альтернативный	4159,7	4847,2	5562,9
	Соотношение (альтернативный к основному), %	104,2	104,1	101,5
НДФЛ	Основной	3254,5	3721,1	4257,9
	Альтернативный	3266,8	3697,5	4155,7
	Соотношение (альтернативный к основному), %	100,4	99,4	97,6

Источник: составлено авторами.

Для оценки работы системы рассмотрим также результаты прогнозирования доходов от указанных налогов на 2023 г. и сравним с исходными прогнозами Министерства финансов Республики Таджикистан, а также с фактическими данными о доходах. Отметим, что прогнозы системы являются вневыборочными, т. е. при их построении использовалась та же информация, что и при подготовке официального прогноза. Как показано в табл. 8, построенные системой прогнозирования модели предсказывают более точно, чем методы, которые сегодня используются на практике Министерством финансов Республики Таджикистан.

Таблица 8

Сравнение точности прогнозов поступлений НДС, НДЮЛ и НДФЛ в бюджет Республики Таджикистан в 2023 г.

Налог	Факт, млн сомони	Прогноз системы, млн сомони	Гражданский бюджет, млн сомони	MAPE, % (система)	MAPE, % (Минфин)
НДС	10 619,30	9627,40	9352,80	9,3	11,9
НДЮЛ	3520,10	3305,60	3105,80	6,1	11,8
НДФЛ	2702,90	3109,50	3123,90	15,0	15,6

Источник: составлено авторами.

[26] *World Economic Outlook Database, April 2024. URL: https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2024/April.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая статья посвящена разработке системы прогнозирования доходов бюджета на основе эконометрических оценок. Показано, что точность прогнозирования может быть улучшена за счет комбинации прогнозов отдельных моделей. В предложенной системе автоматически оценивается широкий набор прогнозных моделей, различающихся по структуре налоговой базы, набору регрессоров и спецификации, после чего выбираются только те, что демонстрируют статистическую состоятельность и высокую точность. На их основе формируется комбинированный прогноз доходов. Работа системы апробирована на данных Республики Таджикистан. Можно говорить об успешном результате работы системы: ее итоговая ошибка прогноза доходов ниже, чем соответствующая ошибка при использовании методологии Министерства финансов Республики Таджикистан.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что применение разработанной системы в Республике Таджикистан позволит реализовать поставленные в национальных стратегических документах задачи повышения качества прогнозов, учета тесной взаимосвязи налоговых поступлений с макроэкономическими показателями и регулярного анализа качества прогнозов доходов. Разработанная система может быть апробирована и применена для повышения качества прогнозов доходов бюджета других стран, что будет способствовать росту эффективности правительства и выработке обоснованных государственных решений по расходованию бюджетных средств.

Список источников

1. Борисова О. В., Комиссарова А. В. Модели прогнозирования бюджетных доходов в России // Финансовая жизнь. 2023. № 3. С. 53–58. URL: https://www.flife-online.ru/upload/iblock/7a7/s9gkjxlqk4ugfc24k9lphx7ygvvm78um.pdf#page=53.
2. Леухин Р. С. Краткосрочное прогнозирование поступлений в бюджет с использованием комбинации прогнозов // Финансовый журнал. 2019. № 3. С. 9–21. https://doi.org/10.31107/2075-1990-2019-3-9-21.
3. Петросян Г. А., Карапетян Н. Н. и др. Применение байесовского подхода к прогнозированию налоговых поступлений на примере Республики Армения // Финансовый журнал. 2024. Т. 16. № 3. С. 51–67. https://doi.org/10.31107/2075-1990-2024-3-51-67.
4. Финагин М. И., Шеремета С. В. Прогнозирование ненефтегазовых доходов бюджета России // Деньги и кредит. 2024. Т. 83. № 4. С. 76–971. URL: https://rjmf.econs.online/upload/iblock/2da/ub9kau8332ztj618mjkys7jdxx2s5wvg/Prognozirovaniye-neneftegazovykh-dokhodov-byudzheta-Rossii.pdf.
5. Энтов Р. М., Носко В. П. и др. Проблемы прогнозирования некоторых макроэкономических показателей // Научные труды Фонда «Институт экономической политики им. Е. Т. Гайдара». 2002. № 46Р. С. 7–313. URL: https://www.iep.ru/files/text/working_papers/46.pdf.
6. Acheson J., Deli Y. et al. Income tax revenue elasticities in Ireland: an analytical approach // The Economic and Social Research Institute Research Series: Dublin. 2017. No. 59. URL: https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Morgenroth/publication/315699231_Income_Tax_Revenue_Elasticities_in_Ireland_An_Analytical_Approach/links/5aa7a46aaca2723268264ef1/Income-Tax-Revenue-Elasticities-in-Ireland-An-Analytical-Approach.pdf.
7. Bates J. M., Granger W. J. The Combination of Forecasts // Journal of the Operational Research Society. 1969. Vol. 20. No. 4. P. 451–468. https://doi.org/10.1057/jors.1969.103.
8. Bergin A., Conroy N. et al. COSMO: A new COre Structural MOdel for Ireland // ESRI Working Paper. 2017. No. 553. URL: https://www.esri.ie/system/files/media/file-uploads/2017-03/WP553.pdf.
9. Burns A., Campagne B. P. M. et al. The world bank macro-fiscal model technical description // World Bank Policy Research Working Paper. 2019. No. 8965. https://documents1.worldbank.org/curated/en/294311565103938951/pdf/The-World-Bank-Macro-Fiscal-Model-Technical-Description.pdf.
10. Chung I. H., Williams D. W. et al. For better or worse? Revenue forecasting with machine learning approaches // Public Performance & Management Review. 2022. Vol. 45. No. 5. P. 1133–1154. https://doi.org/10.1080/15309576.2022.2073551.
11. Congressional Budget Office. CBO's Revenue Forecasting Record. Forecast Errors for CBO's and the Administration's Two-Year Revenue Projections. 2015. URL: https://www.cbo.gov/sites/default/files/114th-congress-2015-2016/reports/50831-revenueforecasting.pdf.

12. Corvalão E. D., Samoryl R. W. et al. Forecasting the collection of the state value added tax (ICMS) in Santa Catarina: the general to specific approach in regression analysis // Brazilian Journal of Operations & Production Management. 2010. Vol. 7. No. 1. P. 105–121. URL: https://scispace.com/pdf/forecasting-the-collection-of-the-state-value-added-tax-icms-7uv771l5sp.pdf.
13. Fullerton Jr. T. M. A composite approach to forecasting state government revenues: Case study of the Idaho sales tax // International Journal of Forecasting. 1989. Vol. 5. No. 3. P. 373–380. https://doi.org/10.1016/0169-2070(89)90040-X.
14. Hartono Y. K. Comparing Neural Network Autoregressive Method for Import Duty Revenue Forecasting // Jurnal Perspektif Bea dan Cukai. 2022. Vol. 6. Iss. 1. P. 63–75. https://doi.org/10.31092/jpbc.v6i1.1560.
15. Infusi M. Z., Kusuma G. P. et al. Prediction of local government revenue using data mining method // International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. 2022. Vol. 12. No. 1. P. 63–74. https://doi.org/10.46338/ijetae0122_07.
16. Krol R. Forecasting state tax revenue: A Bayesian vector autoregression approach // California State University, Department of Economics. 2010. P. 1–18. URL: https://www.csun.edu/~hcecn001/published/BVAR_Forecast.pdf.
17. Larson S., Overton M. Modeling approach matters, but not as much as preprocessing: Comparison of machine learning and traditional revenue forecasting techniques // Public Finance Journal. 2024. Vol. 1. No. 1. P. 29–48. https://doi.org/10.59469/pfj.2024.8.
18. Noor N., Sarlan A. et al. Revenue Prediction for Malaysian Federal Government Using Machine Learning Technique // Proceedings of the 2022 11th International Conference on Software and Computer Applications. 2022. P. 143–148. https://doi.org/10.1145/3524304.3524337.
19. Ofori M. S., Fumey A. et al. Forecasting Value Added Tax Revenue in Ghana // Journal of Economics and Financial Analysis. 2020. Vol. 4. No. 2. P. 63–99. https://doi.org/10.1991/jefa.v4i2.a37.
20. Rudzkis R., Maciulaityte E. Econometrical Modelling of Profit Tax Revenue // Nonlinear Analysis: Modelling and Control. 2007. Vol. 12. No. 1. P. 95–112. https://doi.org/10.15388/NA.2007.12.1.14724.
21. Taylor J., Sutton A. In-year fiscal forecasting and monitoring // Working paper, Office for Budget Responsibility. 2018. No. 13. URL: https://obr.uk/docs/dlm_uploads/In-year_fiscal_forecasting_and_monitoring_2.pdf.
22. Telarico F. A. Forecasting pandemic tax revenues in a small, open economy // Novi Ekonomist. 2021. Vol. 15. No. 1. P. 18–28. https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.15431.
23. Telarico F. A. Simplify and Improve: Revisiting Bulgaria's Revenue Forecasting Models // Economic Thought Journal, Bulgarian Academy of Sciences. 2022. Iss. 6. P. 633–654. https://doi.org/10.56497/etj2267601.
24. Wahyu F., Rahmawati I. et al. Identifying best method for forecasting tax income using time series analysis // IAPA International Conference and International Indonesia Conference on Interdisciplinary Studies (IICIS). 2022. P. 60–73. https://doi.org/10.30589/proceedings.2022.683.
25. Wanguwabo D. B., Boyayo T. et al. Statistical Model for Analyzing and Predicting Burundian Tax Revenues: Case Study of Burundi Revenue Authority // Journal of Business Management and Economics. 2022. Vol. 1. No. 1. P. 1–9. https://doi.org/10.5281/zenodo.7749556.
26. Zeileis A. Econometric Computing with HC and HAC Covariance Matrix Estimators // Journal of Statistical Software. 2004. No. 11 (10). P. 1–17. https://doi.org/10.18637/jss.v011.i10..

References

1. Borisova O., Komissarova A. (2023). Models for forecasting budget revenues in Russia. *Financial Life*, 3, 53–58 (in Russ.). URL: https://www.flife-online.ru/upload/iblock/7a7/s9gkjxlqk4ugfc24k9lphx7ygvvm78um.pdf#page=53.
2. Leukhin R. (2019). Short-Term Fiscal Projections Using Forecast Combination Approach. *Financial Journal*, 3, 9–21 (in Russ.). https://doi.org/10.31107/2075-1990-2019-3-9-21.
3. Petrosyan G., Karapetyan N. et al. (2024). Bayesian Approach to Forecasting Aggregate Taxes of the Republic of Armenia. *Financial Journal*, 16 (3), 51–67 (in Russ.). https://doi.org/10.31107/2075-1990-2024-3-51-67.
4. Finagin M., Sheremeta S. (2024). Forecasting Non-Oil & Gas Revenues in the Russian Budget. *Russian Journal of Money and Finance*, 83 (4), 76–97 (in Russ.). URL: https://rjmf.econs.online/upload/iblock/2da/ub9kau8332ztj618mjkys7jdxx2s5wvg/Prognozirovaniye-neneftegazovykh-dokhodov-byudzheta-Rossii.pdf.
5. Entov R., Nosko V. et al. (2022). Problems of forecasting several macroeconomic indicators. *Research Paper Series, Gaidar Institute for Economic Policy*, 46P, 7–313 (in Russ.). URL: https://www.iep.ru/files/text/working_papers/46.pdf.
6. Acheson J., Deli Y. et al. (2017). Income tax revenue elasticities in Ireland: an analytical approach. *The Economic and Social Research Institute Research Series: Dublin*, 59. URL: https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Morgenroth/publication/315699231_Income_Tax_Revenue_Elasticities_in_Ireland_An_Analytical_Approach/links/5aa7a46aaca2723268264ef1/Income-Tax-Revenue-Elasticities-in-Ireland-An-Analytical-Approach.pdf.
7. Bates J., Granger, W. (1969). The Combination of Forecasts. *Journal of the Operational Research Society*, 20 (4), 451–468. https://doi.org/10.1057/jors.1969.103.

8. Bergin A., Conroy N. et al. (2017). COSMO: A new COre Structural MOdel for Ireland. *ESRI Working Paper*, 553. URL: https://www.esri.ie/system/files/media/file-uploads/2017-03/WP553.pdf.
9. Burns A., Campagne B. et al. (2019). The World Bank Macro-fiscal Model Technical Description. *World Bank Policy Research Working Paper*, 8965. URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/294311565103938951/pdf/The-World-Bank-Macro-Fiscal-Model-Technical-Description.pdf.
10. Chung I., Williams D. et al. (2022). For better or worse? revenue forecasting with machine learning approaches. *Public Performance & Management Review*, 45 (5), 1133–1154. https://doi.org/10.1080/15309576.2022.2073551.
11. Congressional Budget Office (2015). *CBOs Revenue Forecasting Record. Forecast Errors for CBO's and the Administration's Two-Year Revenue Projections*. URL: https://www.cbo.gov/sites/default/files/114th-congress-2015-2016/reports/50831-revenueforecasting.pdf.
12. Corvalão E., Samoryl R. et al. (2010). Forecasting the collection of the state value added tax (ICMS) in Santa Catarina: the general to specific approach in regression analysis. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 7 (1), 105–121. URL: https://scispace.com/pdf/forecasting-the-collection-of-the-state-value-added-tax-icms-7uv771l5sp.pdf.
13. Hartono Y. (2022). Comparing Neural Network Autoregressive Method for Import Duty Revenue Forecasting. *Jurnal Perspektif Bea dan Cukai*, 6 (1), 63–75. https://doi.org/10.1016/0169-2070(89)90040-X.
14. Infusi M., Kusuma G. et al. (2022). Prediction of local government revenue using data mining method. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12 (1), 63–74. https://doi.org/10.31092/jpbc.v6i1.1560.
15. Fullerton Jr. T. (1989). A composite approach to forecasting state government revenues: Case study of the Idaho sales tax. *International Journal of Forecasting*, 5 (3), 373–380. https://doi.org/10.46338/ijetae0122_07.
16. Krol R. (2010). Forecasting state tax revenue: A Bayesian vector autoregression approach. *California State University, Department of Economics*, 1–18. URL: https://www.csun.edu/~hcecn001/published/BVAR_Forecast.pdf.
17. Larson S., Overton M. (2024). Modeling approach matters, but not as much as preprocessing: Comparison of machine learning and traditional revenue forecasting techniques. *Public Finance Journal*, 1 (1), 29–48. https://doi.org/10.59469/pfj.2024.8.
18. Noor N., Sarlan A. et al. (2022). Revenue Prediction for Malaysian Federal Government Using Machine Learning Technique. *In Proceedings of the 2022 11th International Conference on Software and Computer Applications*, 143–148. https://doi.org/10.1145/3524304.3524337.
19. Ofori M., Fumey A. et al. (2020). Forecasting Value Added Tax Revenue in Ghana. *Journal of Economics and Financial Analysis*, 4 (2), 63–99. https://doi.org/10.1991/jefa.v4i2.a37.
20. Rudzkis R., Maciulaityte E. (2007). Econometrical Modelling of Profit Tax Revenue. *Nonlinear Analysis: Modelling and Control*, 12 (1), 95–112. https://doi.org/10.15388/NA.2007.12.1.14724.
21. Taylor J., Sutton A. (2018). In-year fiscal forecasting and monitoring. *Working paper, Office for Budget Responsibility*, 13. URL: https://obr.uk/docs/dlm_uploads/In-year_fiscal_forecasting_and_monitoring_2.pdf.
22. Telarico F. (2021). Forecasting pandemic tax revenues in a small, open economy. *Novi Ekonomist*, 15 (1), 18–28. https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.15431.
23. Telarico F. (2022). Simplify and Improve: Revisiting Bulgaria's Revenue Forecasting Models. *Economic Thought Journal*, 6, 633–654. https://doi.org/10.56497/etj2267601.
24. Wahyu F., Rahmawati I. et al. (2022). Identifying best method for forecasting tax income using time series analysis. *IAPA International Conference and International Indonesia Conference on Interdisciplinary Studies (IICIS)*, 60–73. https://doi.org/10.30589/proceedings.2022.683.
25. Wanguwabo D. B., Boyayo T. et al. (2023). Statistical Model for Analyzing and Predicting Burundian Tax Revenues: Case Study of Burundi Revenue Authority. *Journal of Business Management and Economics*, 1, 1–9. https://doi.org/10.5281/zenodo.7749556.
26. Zeileis A. (2004). Econometric Computing with HC and HAC Covariance Matrix Estimators. *Journal of Statistical Software*, 11 (10), 1–17. https://doi.org/10.18637/jss.v011.i10.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Рисунок П1

Сопоставление фактического распределения доходов за 2019 г. и модельного распределения доходов

Источник: рисунок авторов по собственным расчетам и по данным Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан.

Информация об авторах

***Екатерина Александровна Губкова**, научный сотрудник Центра макроэкономических исследований Научно-исследовательского финансового института Минфина России, г. Москва*

***Илхом Аскарали Камолзода**, начальник отдела финансовой отчетности МСФО и статистики государственных финансов Министерства финансов Республики Таджикистан, докторант PhD Таджикского национального университета, г. Душанбе*

***Сергей Сергеевич Судаков**, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Центра макроэкономических исследований Научно-исследовательского финансового института Минфина России, г. Москва*

Information about the authors

***Ekaterina A. Gubkova**, Researcher of the Macroeconomic Research Center, Financial Research Institute, Moscow*

***Ilhom A. Kamolzoda**, Head of the IFRS Financial Reporting and Public Finance Statistics Department, Ministry of Finance of the Republic of Tajikistan, Dushanbe; Postgraduate Student, Tajik National University, Dushanbe*

***Sergey S. Sudakov**, Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher of the Macroeconomic Research Center, Financial Research Institute, Moscow*

Статья поступила в редакцию 23.06.2025
Одобрена после рецензирования 30.09.2025
Принята к публикации 01.12.2025

The article submitted June 23, 2025
Approved after reviewing September 30, 2025
Accepted for publication December 1, 2025