

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2025, Том 17, № 6 / 2025, Vol. 17, Iss. 6 <https://esj.today/issue-6-2025.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/41ECVN625.pdf>

5.2.5. Мировая экономика (экономические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Астафьева, Е. В. Анализ качества методов корректировки и комбинирования прогнозов внешнеторговых показателей / Е. В. Астафьева, М. Ю. Турунцева // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 6. —

URL: <https://esj.today/PDF/41ECVN625.pdf>.

For citation:

Astafyeva E.V., Turuntseva M.Yu. Forecast evaluation correction and combining forecast methods for foreign trade indicators. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(6): 41ECVN625. Available at:

<https://esj.today/PDF/41ECVN625.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

Статья написана в рамках выполнения НИР Госзадания РАНХиГС 2025 г.

Авторы выражают благодарность Александре Викторовне Божечковой за представленные для исследования данные

УДК 338.27; 339.562; 339.564

Астафьева Екатерина Викторовна

ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации», Москва, Россия

Институт прикладных экономических исследований

Старший научный сотрудник Лаборатории макроэкономического прогнозирования

Кандидат экономических наук, доцент

E-mail: astafyeva@ranepa.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6488-6590>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=263650

Турунцева Марина Юрьевна

ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации», Москва, Россия

Институт прикладных экономических исследований

Заведующий Лабораторией макроэкономического прогнозирования

Кандидат экономических наук

E-mail: turuntseva@ranepa.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2353-1424>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=201393

Анализ качества методов корректировки и комбинирования прогнозов внешнеторговых показателей

Аннотация. В работе исследуются возможности использования простых процедур корректировки и объединения прогнозов. Мы оцениваем влияние применения этих процедур (методов простой корректировки, простых и регрессионных методов комбинирования) на качество прогнозов показателей российского экспорта во все страны и импорта из всех стран. В общей сложности мы использовали четыре метода корректировки, 9 методов простого комбинирования и семь регрессионных методов.

На массиве простейших прогнозов и прогнозов Института Гайдара с апреля 2006 по декабрь 2024 г. можно говорить о том, что с точки зрения средней абсолютной процентной ошибки, и с точки зрения способности прогнозов правильно предсказывать направление изменения рассмотренных показателей методы корректировки обладают ограниченными возможностями по улучшению качества прогнозирования. При этом для корректировки

прогнозов целесообразнее использовать ошибки одношаговых, а не многошаговых прогнозов. Напротив, ряд методов комбинирования приводят к улучшению качества даже лучшего из первичных прогнозов. Минимальную среднюю абсолютную процентную ошибку прогнозирования как для всего массива, так и для большинства горизонтов прогнозирования обеспечивает регрессионное комбинирование на основе оценок взвешенного метода наименьших квадратов с использованием геометрической матрицы весов, а простые методы комбинирования в большинстве случаев уступают как этому методу, так и остальным регрессионным методам. Важно отметить, что в среднем эффект улучшения от комбинирования прогнозов показателя импорта выражен сильнее, чем аналогичный эффект для прогнозов показателя экспорта. Также выявлено, что преимущество некоторых методов комбинирования прогнозов экспорта и импорта перед лучшим первичным прогнозом становится более выраженным при увеличении горизонта прогнозирования, что согласуется с выводами, полученными для других показателей.

Ключевые слова: экспорт; импорт; корректировка прогнозов; комбинирование прогнозов; анализ качества; прогнозирование

Введение

Прогнозирование экономических показателей — это сложный и многоступенчатый процесс, требующий от аналитика глубоких знаний в области экономической теории, математики и статистики. Исследователи должны уметь строить и оценивать экономические модели, прогнозировать внешние факторы и критически оценивать полученные результаты, используя всю доступную информацию для повышения точности прогноза.

В свою очередь, проблема повышения точности прогнозирования является предметом непрекращающихся научных споров. Исследования в этой сфере обычно фокусируются на трех основных направлениях: генерировании, развитии и совершенствовании методов оценки моделей для прогнозирования, которые позволяли бы учитывать динамические свойства экономических и финансовых показателей; анализе возможностей корректировки имеющихся прогнозов на основе характеристик модели и ее предыдущих результатов; исследовании преимуществ объединения различных прогнозов. С точки зрения доступности реализации два последних направления традиционно рассматриваются как более перспективные; и многочисленные эмпирические работы¹ [1–5], подтверждают эффективность применения методов корректировки и комбинирования прогнозов в повышении качества прогнозирования.

В данной работе мы продолжаем начатое авторами ранее изучение потенциала достаточно простых способов обработки уже имеющихся прогнозов (корректировки и комбинирования) для повышения качества прогнозирования макроэкономических показателей. В предыдущих исследованиях¹ [5–7], было показано, что эти методы достаточно хорошо работают для показателей цен на природные ресурсы, поэтому в настоящем исследовании мы попытаемся понять, насколько успешно рассматриваемые подходы позволяют улучшать качественные свойства прогнозов внешнеторговых показателей. (экспорта и импорта). Отметим, что динамические свойства показателей внешнеторговой деятельности отличаются от динамических свойств цен на природные ресурсы (в частности, показатели экспорта и импорта содержат выраженную сезонную составляющую). Поэтому вопрос о возможности

¹ Астафьева Е., Анализ возможностей повышения качества прогнозирования цен на некоторые виды сырья простейшими методами комбинирования отдельных прогнозов / Астафьева Е., Турунцева М. [Электронный источник]. Режим доступа — URL: https://www.scipedia.com/wd/images/3/33/Draft_Grebennikova_644563717-5743-document.pdf (дата обращения 30.11.2025) // Препринт — РАНХиГС — 2023.

переноса выводов о хороших результатах комбинирования прогнозов цен на природные ресурсы на показатели внешнеторговой деятельности требует отдельного изучения.

Целью исследования является анализ возможностей улучшения качественных свойств прогнозов показателей экспорта во все страны и импорта из всех стран методами корректировки и комбинирования прогнозов по сравнению массивом первичных (индивидуальных) прогнозов. Мы предполагаем, что даже простейшие методы корректировки или комбинирования прогнозов позволяют получить существенные улучшения качественных свойств прогнозов по отдельным моделям. Для получения ответа на данный вопрос мы модифицируем методики корректировки и комбинирования под особенности имеющегося у нас массива прогнозов внешнеторговых показателей.

Методика исследования и данные

В своей работе М. Клементс и Д. Хендри [2] идентифицируют ключевые причины ошибок прогнозирования, к которым относятся: изменения в параметрах как детерминированных, так и случайных компонент модели, некорректное определение этих компонент, ошибки в оценке их коэффициентов, неточности в исходных данных, колебания в вариативности ошибок и рост погрешности с увеличением горизонта прогнозирования. При этом наибольшие отклонения прогнозируемых значений от реальных вызваны сдвигами детерминированных составляющих (константы и тренда), проблема с которыми может быть решена путем корректировки параметров модели с учетом предыдущих ошибок прогнозирования.

Простейший способ [2] получения скорректированного значения h -шагового прогноза $\hat{Y}_{t+h|t}$, полученного в момент времени t , состоит в изменении прогноза, полученного по исходной модели $\hat{Y}_{t+h|t}^0$, на величину корректировки, равной ошибке прогнозирования Δ_t , оцениваемой по данным предшествующих периодов: $\hat{Y}_{t+h|t} = \hat{Y}_{t+h|t}^0 + \Delta_t$. Различия предположений относительно сдвигов детерминированных составляющих реализуются в различных формах расчета корректировки Δ_t . Использование в качестве корректировки ошибки одношагового прогноза, полученного в предыдущем периоде, предполагает, что величина нового сдвига определяется только ошибкой последнего периода. В предположении, что величина нового сдвига определяется ошибками нескольких последних периодов, в которых допускается наличие выбросов, корректировка рассчитывается, как средняя ошибка m последних известных одношаговых прогнозов [3]. В предположении о наличии тренда в последних доступных ошибках прогнозов изменение корректировки равно среднему изменению m последних известных ошибок одношаговых прогнозов.

Подходы к корректировке прогнозов

Мы рассматриваем четыре способа коррекции ошибки прогнозирования $\{\Delta_t^i\}_{i=1}^4$ [7]:

Способ 1:

$$\Delta_t^1 = Y_t - \hat{Y}_{t|t-1}^0 \quad (1)$$

— для корректировки используется ошибка прогноза на один шаг вперед, сделанного для последнего известного момента времени, а скорректированное значение прогноза есть сумма «сырого» прогноза по рассматриваемой модели и величины этой корректировки.

Способ 2:

$$\Delta_t^2 = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^5 (Y_{t-i} - \hat{Y}_{t-i|t-i-1}^0) \quad (2)$$

— размер корректирующей составляющей, которая добавляется к «сырому» прогнозу, рассчитывается как среднее значение ошибок одношаговых прогнозов на последние полгода;

Способ 3:

$$\Delta_t^3 = Y_t - \hat{Y}_{t|t-h}^0 \quad (3)$$

— данный способ учитывает горизонт прогнозирования: к «сырому» прогнозу на h шагов вперед прибавляется корректирующая компонента, равная ошибке прогноза на h шагов вперед, сделанного для последнего известного момента времени;

Способ 4:

$$\Delta_t^4 = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^5 (Y_{t-i} - \hat{Y}_{t-i|t-i-h}^0) \quad (4)$$

— размер корректирующей составляющей рассчитывается как среднее значение ошибок h -шаговых прогнозов на последние полгода, которая добавляется к «сырому» прогнозу на соответствующий горизонт прогнозирования.

В качестве исходной модели и определяемой ей базы прогнозов до корректировки $\hat{Y}_{t+h|t}^0$ используется модель Института Гайдара и массив ежемесячных прогнозов показателей экспорта и импорта, сформированный в процессе издания Бюллетеня краткосрочных прогнозов Института Гайдара² в период с апреля 2006 по ноябрь 2023 г., а также расчеты авторов после ноября 2023 г. Указанный массив представляет собой набор прогнозов с разным шагом прогнозирования (на один — восемь месяцев вперед), т. е. для каждого месяца t он включает по 8 прогнозных значений, полученных по данным до $t-1, \dots, t-8$ включительно.³

Массив прогнозов Института дает возможность получить в режиме реального времени оценки различных корректировок, учитывающих ошибки предыдущих периодов, и сформировать базу скорректированных прогнозов $\{\hat{Y}_{t+h|t}^i = \hat{Y}_{t+h|t}^0 + \Delta_t^i\}_{i=\overline{1,8}}^{h=\overline{1,8}}$.

Методы комбинирования краткосрочных прогнозов

В современной практике прогнозирования комбинирование прогнозов рассматривается как один из наиболее эффективных и экономичных методов повышения точности предсказаний. Суть комбинирования состоит в получении нового прогноза $\hat{Y}_{t+h|t}^c$ путем усреднения n уже

² Астафьева Е. Модельные расчеты краткосрочных прогнозов социально-экономических показателей РФ / Астафьева Е., Турунцева М., и др. — [Электронный журнал]. Режим доступа — URL: <https://www.iep.ru/ru/publikacii/category/1371.html> (дата обращения: 30.11.2025) // Научный вестник ИЭП имени Гайдара.ру — 04.2006–11.2023 (дата обращения: 20.12.2025).

После ноября 2023 г. массив прогнозов ежемесячно обновляется авторами и старшим научным сотрудниками Института Гайдара Божечковой А.В., но не публикуется.

³ Данные, используемые в настоящей работе, несколько отличаются от тех, что рассматривались в предыдущих исследованиях [6; 7]. Ранее для анализа использовались полугодовые прогнозы, публикуемые в бюллетене в месяце t . Вследствие отставания официальной статистики, публикующей реальные значения показателей с двухмесячным запаздыванием, фактически они являются не $\hat{Y}_{t+1|t}^0, \dots, \hat{Y}_{t+6|t}^0$, а $\hat{Y}_{t+1|t-2}^0, \dots, \hat{Y}_{t+6|t-2}^0$, т. е. прогнозами на 3–8 месяцев вперед, полученными по данным до $t-2$ включительно. В текущей работе мы дополнили массив прогнозов пропущенными значениями одношаговых и двухшаговых прогнозов и рассматриваем массив, включающий по восемь прогнозных значений $\hat{Y}_{t+1|t}^0, \dots, \hat{Y}_{t+8|t}^0$ для каждого месяца t .

имеющихся прогнозов $\{\hat{Y}_{t+h|t}^i\}_{i=1}^n$, называемых далее первичными, с весами $\{w_{t+h|t}^i\}_{i=1}^n$, где $\sum_{i=1}^n w_{t+h|t}^i = 1$:

$$\hat{Y}_{t+h|t}^c = \sum_{i=1}^n w_{t+h|t}^i \hat{Y}_{t+h|t}^i. \quad (5)$$

Наиболее часто для комбинирования используются простое среднее; объединение с использованием средней квадратической ошибки, полученной для прогнозов, сделанных в более ранние моменты прогнозирования; различные виды регрессионных весов (в том числе, оценки по факторным моделям) и методы, позволяющие учесть динамику весов во времени [4; 8–10].

Эмпирические исследования [1] подтверждают, что, несмотря на простоту реализации, объединение первичных прогнозов из нескольких моделей часто дает существенное преимущество в точности прогнозирования перед отдельными прогнозами, даже если они были получены с использованием сложных методик.

В данной работе рассматриваются две группы прогнозов: простые и регрессионные. В первой группе — формулы (6)–(13) представлены приемы простого усреднения и комбинирования на основе ошибок предыдущих периодов. Во второй группе — формулы (14)–(18) представлены методы объединения прогнозов, где в качестве весов используются коэффициенты регрессии, полученные с применением метода наименьших квадратов (МНК) и взвешенного МНК (ВМНК).

Простые методы комбинирования⁴

Комбинирование на основе простого усреднения включает два метода: среднее арифметическое $F_{t+h|t} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \hat{Y}_{t+h|t}^i$ и медиану.

Эти способы не учитывают информацию об исторической динамике прогнозов и предполагают своего рода равнозначность всех имеющих в распоряжении исследователя прогнозов, что не всегда соответствует реальности.

Поэтому в качестве альтернативы, которая позволяет учесть эти ограничения, обычно используется подход, рассматривающий веса предыдущих прогнозов, зависящие от среднеквадратичной ошибки прогнозирования в предыдущие периоды.

При этом для расчета весов можно использовать несколько подходов. Как и в [4], мы используем несколько групп таких комбинаций.

Группа 1. В нее входят способы комбинирования, которые выбирают лучший (с точки зрения некоторого критерия) первичный прогноз и присваивают ему вес, равный единице:

$$\begin{cases} w_{t+h|t}^i = 1, i = \arg \left\{ \min_i MSFE_{i,t} \right\} \\ w_{t+h|t}^i = 0, \text{ иначе} \end{cases} \quad (6)$$

Процедура выбора лучшего прогноза реализуется в соответствии с несколькими критериями, отличающимися набором данных для усреднения ошибки, которые по аналогии с работой Астафьевой и Турунцевой [6] мы назвали:

⁴ Более подробно см. [6].

- Последний лучший (h) — учитывает среднюю за последние полгода квадратическую ошибку прогнозирования на h шагов вперед:

$$MSFE_{i,t}^h = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^6 (Y_{t-6+k} - \hat{Y}_{t-6+k|t-6-h+k}^i)^2. \quad (7)$$

- Последний лучший (t) — учитывает среднюю квадратическую ошибку прогнозирования на 1–6 шагов вперед, сделанных в один и тот же момент времени:

$$MSFE_{i,t}^t = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^6 (Y_{t-6+k} - \hat{Y}_{t-6+k|t-6}^i)^2. \quad (8)$$

- Последний лучший ($6h$) — учитывает среднюю за последние полгода квадратическую ошибку прогнозирования на 1–6 шагов вперед:

$$MSFE_{i,t}^{6h} = \frac{1}{6} \sum_{\tau=t-5}^t MSFE_{i,\tau}^h. \quad (9)$$

- Последний лучший ($6t$) — учитывает среднюю квадратическую ошибку прогнозирования на 1–6 шагов вперед, сделанных в течение полугода:

$$MSFE_{i,t}^{6t} = \frac{1}{6} \sum_{\tau=t-5}^t MSFE_{i,\tau}^t. \quad (10)$$

Группа 2. Включает подходы, которые приравнивают веса комбинированного прогноза к долям обратных значений ошибок отдельных прогнозов в сумме обратных значений ошибок всех первичных прогнозов [6]. Для учета изменения актуальности прогнозов с течением времени при реализации этого подхода вместо средних значений квадратических ошибок последних доступных прогнозов ($MSFE$) можно рассматривать дисконтированные суммы ошибок прогнозирования ($DSFE$), которые придают больший вес более близким к моменту комбинирования прогнозам, что приводит к ослаблению влияния, как более ранних прогнозов, так и возможной корреляции между ошибками прогнозирования [11].

Разные виды дисконтированных сумм, используемых при расчете весов $w_{t+h|t}^i = \frac{1}{DSFE_{i,t}} / \sum_{i=1}^n \frac{1}{DSFE_{i,t}}$ определяют следующие типы комбинирования прогнозов, рассматриваемых в данной работе:

- Дисконтированный (h) — комбинирование с учетом дисконтированной полугодовой суммы ошибок прогнозирования на h шагов вперед, доступной в момент времени t :

$$DSFE_{i,t}^h = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^6 \delta_1^{7-k} (Y_{t-6+k} - \hat{Y}_{t-6+k|t-6-h+k}^i)^2. \quad (11)$$

- Дисконтированный (t) — комбинирование с учетом дисконтированной суммы ошибок прогнозирования на 1–6 шагов вперед, полученных в одном месяце, доступной в момент времени t :

$$DSFE_{i,t}^t = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^6 \delta_2^k (Y_{t-6+k} - \hat{Y}_{t-6+k|t-6}^i)^2, \quad (12)$$

где δ_1, δ_2 — коэффициенты дисконтирования.

- Оптимальный — комбинирование с учетом зависимости весов первичных прогнозов от окна V усреднения квадратической ошибки:

$$w_{t+h|t}^i = \frac{1}{MSFE_{i,t}^h(V)} / \sum_{i=1}^n \frac{1}{MSFE_{i,t}^h(V)}, \text{ где } MSFE_{i,t}^h(V) = \frac{1}{V} \sum_{k=1}^V (Y_{t-V+k} - \hat{Y}_{t-V+k|t-V-h+k}^i)^2. \quad (13)$$

Для параметров δ_1, δ_2 дисконтированных прогнозов и параметра V «оптимального» прогноза отсутствуют формальные способы определения оптимального значения, поэтому в работе рассматриваются значения, обеспечивающие минимальную среднюю абсолютную процентную ошибку этих прогнозов в рассматриваемом периоде.

Регрессионные методы комбинирования⁵

Принципиально другой подход к оценке весов комбинированных прогнозов состоит в применении аппарата регрессионных моделей: определении комбинирующих весов на основе коэффициентов регрессии, оценивающей зависимость прогнозируемого показателя от первичных прогнозов. Использование при оценке временных рядов отдельных прогнозов в предыдущие периоды позволяет учесть изменения качественных характеристик первичных прогнозов.

Следуя работе Астафьевой и Турунцевой [5], мы рассматриваем следующие спецификации регрессионных моделей, которые определяют МНК-методы комбинирования прогнозов:

- Регрессионные прогнозы (1):

$$\left\{ w_{t+h|t}^i = \hat{\beta}_{it}: Y_{s+1} = \sum_{i=1}^n \beta_{is} \hat{Y}_{s+1|s}^i + \varepsilon_{s+1} \right\} \quad (14)$$

— веса первичных прогнозов в комбинации равны их коэффициентам в регрессии (без константы) фактического значения показателя на одношаговые прогнозы.

- Регрессионные прогнозы (h):

$$\left\{ w_{t+h|t}^i = \hat{\beta}_{it}^h: Y_{s+h} = \sum_{i=1}^n \beta_{is}^h \hat{Y}_{s+h|s}^i + \varepsilon_{s+h} \right\} \quad (15)$$

— веса первичных h -шаговых прогнозов в комбинации равны их коэффициентам в регрессии (без константы) фактического значения показателя на h -шаговые прогнозы.

- Регрессионные прогнозы (c):

$$\left\{ w_{t+h|t}^i = \hat{\beta}_{it}: Y_{s+1} = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_{is} \hat{Y}_{s+1|s}^i + \varepsilon_{s+1} \right\} \quad (16)$$

— веса первичных прогнозов в комбинации равны их коэффициентам в регрессии (с константой) фактического значения показателя на одношаговые прогнозы.

- Регрессионные прогнозы (l):

$$\left\{ w_{t+h|t}^i = \hat{\beta}_{it}: Y_{s+1} = \sum_{i=1}^n \beta_{is} \hat{Y}_{s+1|s}^i + \varepsilon_{s+1}, \sum_{i=1}^n \beta_{is} = 1 \right\} \quad (17)$$

— веса первичных прогнозов в комбинации равны их коэффициентам в регрессии с ограничением ($\sum_{i=1}^n \beta_{is} = 1$) (без константы) фактического значения показателя на одношаговые прогнозы.

⁵ Более подробно см. [5].

- Смешанные прогнозы:

$$\left\{ w_{t+h|t}^i = \lambda \hat{\beta}_{it} + (1 - \lambda) \frac{1}{n} \right\}, \quad (18)$$

где λ — это параметр, характеризующий распределение $w_{t+h|t}^i$ между коэффициентом регрессии и равным весом.

Изменения актуальности прогнозов с течением времени могут быть учтены и в рамках регрессионного комбинирования. Подход аналогичен предыдущему, но вместо обычного МНК применяется взвешенный вариант. Для взвешивания выборочных наблюдений в качестве матрицы $W = \{w_{t\tau}\}$ мы используем следующие диагональные матрицы: геометрическую матрицу $w_{tt} = \lambda^t, \lambda \geq 1$ (получившиеся комбинированные прогнозы обозначаем как «Geom»), и матрицу $t^\lambda: w_{tt} = t^\lambda, \lambda \geq 0$ (прогнозы называем «t-лямбда»).

Массив первичных прогнозов в данной работе представлен простейшими методами прогнозирования. Указанный массив представляет собой набор прогнозов показателей экспорта и импорта с разным шагом прогнозирования (на один — восемь месяцев вперед) $\{\hat{Y}_{t+h|t}^i\}_{i=\overline{1,8}}^{h=\overline{1,8}}$ для следующих моделей: наивный прогноз (последнее известное значение), наивный прогноз с дрейфом, наивный сезонный прогноз (значение, равное фактическому годовой давности) и скользящее среднее за последний год.

Метрики анализа качества прогнозов

Мы рассматриваем прогнозы показателей экспорта из всех стран и импорта во все страны на 1–8 шагов вперед на интервале с января 2021 г. по декабрь 2024 г. на основе фактически доступных в момент времени t данных. Для расчета весов используются данные, которые также доступны на момент времени t .

При сравнении прогностических свойств различных моделей рассматривается средняя для периода (01.2021: 12.2024) абсолютная процентная ошибка, как для каждого горизонта прогнозирования h ($MAPE_T^i(h)$), так и для всего массива прогнозов $MAPE_T^i$. Также для каждого способа корректировки/комбинирования мы рассчитываем относительные (относительно некоторого базового прогноза) средние абсолютные процентные ошибки метода i :

$$RMAPE_T^i(h) = \frac{MAPE_T^i(h)}{MAPE_T^{base}(h)}; RMAPE_T^i = \frac{MAPE_T^i}{MAPE_T^{base}}, \quad (19)$$

где:

$MAPE_T^i(h), MAPE_T^i$ — средняя абсолютная процентная ошибка прогноза, полученного i -м методом,

$MAPE_T^{base}(h), MAPE_T^{base}$ — средняя абсолютная процентная ошибка прогнозирования базовой модели (для прогнозов с корректировкой — это прогнозы без корректировки $\hat{Y}_{t|t-h}^0$, для комбинированных — наивные прогнозы).

Результаты эмпирического анализа качества методов корректировки и комбинирования прогнозов внешнеторговых показателей

Результаты оценок качества прогнозов внешнеторговых показателей (рис. 1) показывают, что для экспорта минимальную ошибку демонстрируют прогнозы, скорректированные при

помощи способа 2 (на среднее ошибок одношаговых прогнозов за последние полгода), максимальную — при помощи способа 4 (на среднее ошибок h -шаговых прогнозов за последние полгода). Нескорректированные прогнозы уступают по качеству прогнозам с корректировками 1 и 2, но гипотеза об отсутствии значимых различий между ними, проверяемая на основе теста знаков, не отвергается. При этом использование второго способа корректировки приводит к уменьшению средней ошибки для большинства горизонтов прогнозирования (за исключением прогнозов на 6 и 7 месяцев). Использование первого способа корректировки улучшает прогнозы на 3, 4, 6 и 7 месяцев вперед.

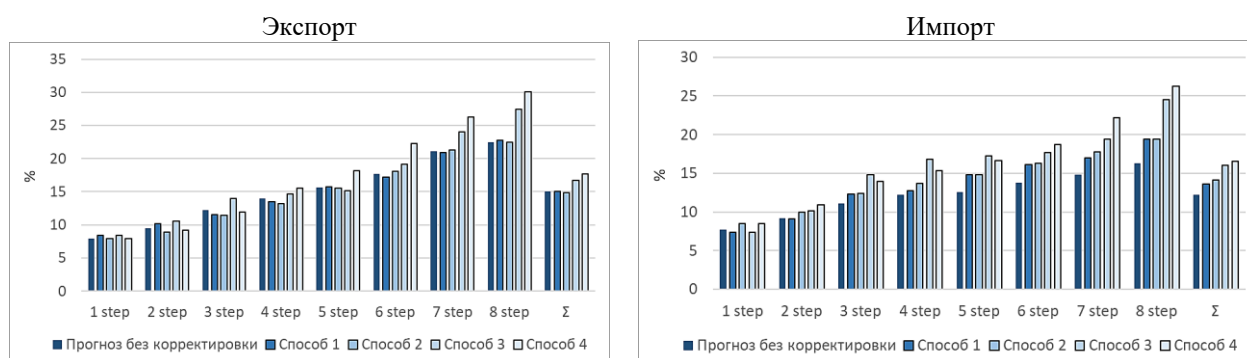


Рисунок 1. Средняя (для периода 1/2021 — 12/2024) абсолютная процентная ошибка прогнозов показателей экспорта и импорта, (%)
(составлено авторами на основе собственных расчетов)

Для показателя импорта из всех стран лучшие результаты корректировки показывает способ 1 (на величину последней доступной ошибки прогноза на 1 шаг вперед), худшие — способ 4. Но во всех случаях ошибка прогнозов с корректировкой превышает ошибку нескорректированных прогнозов, причем для корректировок 3 и 4 гипотеза о несущественности различий отвергается. При рассмотрении отдельных горизонтов прогнозирования улучшение качественных характеристик обеспечивает только первый способ при прогнозировании на 1–2 месяца вперед.

Для обоих внешнеторговых показателей для всех горизонтов прогнозирования применение первого способа корректировки обеспечивает более низкий уровень средней ошибки в сравнении с третьим, а второго — в сравнении с четвертым. Таким образом, независимо от горизонта прогнозирования h использование для корректировки ошибок одношаговых прогнозов предпочтительнее использования ошибок h -шаговых прогнозов.

Анализ изменения качества прогнозов в зависимости от горизонта прогнозирования показывает, что средняя абсолютная процентная ошибка всех рассматриваемых способов корректировки прогнозов увеличивается с ростом горизонта прогнозирования, но с различной динамикой (рис. 2).

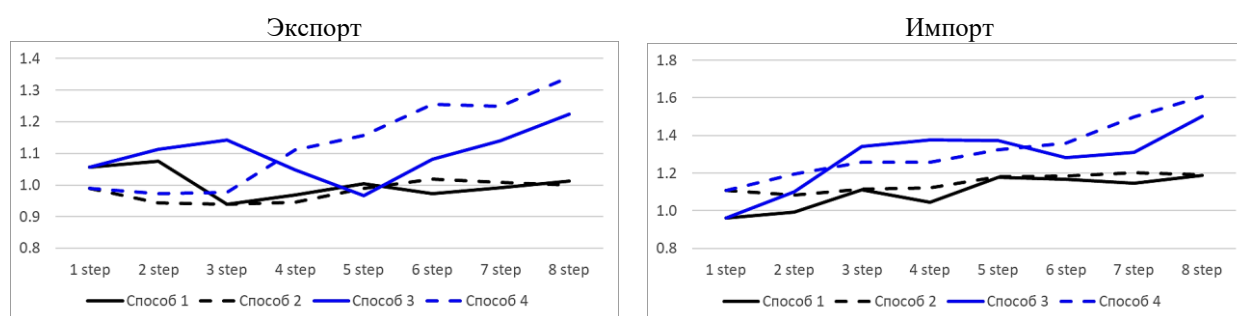


Рисунок 2. Относительная средняя (для периода 1/2021 — 12/2024) абсолютная процентная ошибка скорректированных прогнозов внешнеторговых показателей
(составлено авторами на основе собственных расчетов)

Относительная MAPE (рис. 2) для способов 1 и 2 меняется довольно слабо при росте горизонта прогнозирования. Изменения относительной MAPE прогнозов, скорректированных с использованием 3 и 4 способов, напротив, обнаруживают тенденцию к росту, так что различия ошибок восьмишаговых прогнозов до и после корректировки значительно сильнее в сравнении с одношаговыми прогнозами.

Таким образом, на основе MAPE прогнозы с корректировкой не обнаруживают значимых преимуществ в сравнении с прогнозами без корректировки. Кроме этого, использование методов корректировки прогнозов не позволяет лучше прогнозировать и направление изменения показателей экспорта и импорта (рост или падение) по сравнению с прогнозами без корректировки (табл. 1). По результатам оценок «сырые» прогнозы правильно указывают рост/падение внешнеторговых показателей, как минимум, не хуже скорректированных прогнозов.

Таблица 1

**Доля скорректированных прогнозов,
правильно предсказывающих направление изменений показателя**

Метод прогнозирования	Экспорт	Импорт
Прогнозы без корректировки	0,67	0,64
Корректировка — способ 1	0,67	0,64
Корректировка — способ 2	0,67	0,64
Корректировка — способ 3	0,65	0,63
Корректировка — способ 4	0,65	0,62

Примечание: серым выделены методы, правильно предсказывающие направление изменения показателя более чем в 50 % случаев. Расчеты авторов

Для построения комбинированных прогнозов показателей экспорта во все страны и импорта из всех стран мы использовали набор простейших первичных прогнозов и методику, описанную выше. Оценка качества первичных прогнозов внешнеторговых показателей (рис. 3) показывает, что для показателя экспорта минимальную ошибку демонстрирует наивный прогноз, максимальную — наивный сезонный прогноз. Наивный прогноз показывает лучшие качественные характеристики и для большинства горизонтов прогнозирования, исключение составляют только четырехмесячные прогнозы, для которых наименьшие расхождения с реальными значениями показателя экспорта демонстрирует наивный прогноз с дрейфом.

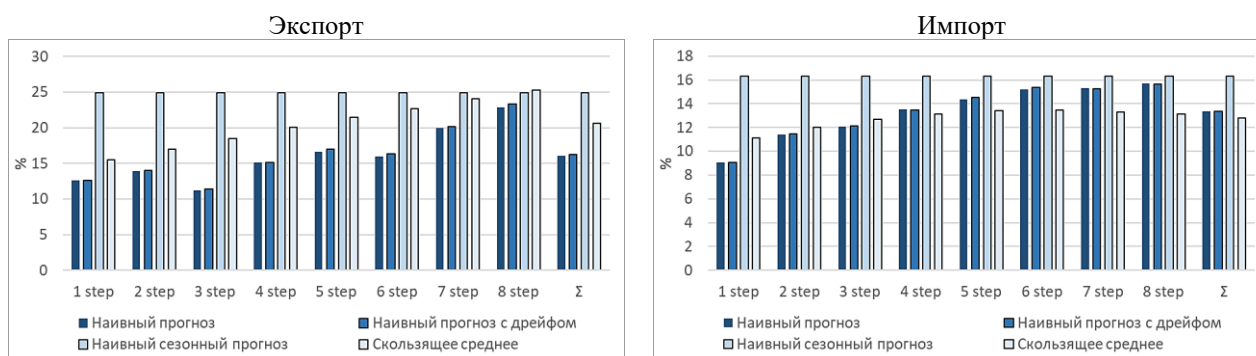


Рисунок 3. Средняя (для периода 1/2021 — 12/2024)

**абсолютная процентная ошибка простейших прогнозов внешнеторговых показателей, %
(составлено авторами на основе собственных расчетов)**

На всем массиве прогнозов импорта минимальную ошибку прогнозирования дает скользящее среднее, максимальную — наивный сезонный прогноз. Для отдельных горизонтов прогнозирования картина несколько иная: скользящее среднее оказывается лучшим для горизонтов от 4 месяцев и выше; для одношаговых прогнозов лучше всего использовать наивный прогноз с дрейфом, а для прогнозов на 2 и 3 месяца — обычный наивный.

В таблице 2 приведены результаты оценки качества простых способов комбинирования прогнозов. Как можно видеть, ни один из этих методов не позволяет повысить точность лучшего из первичных прогнозов показателя экспорта во все страны на всем массиве прогнозов. Более того, на основании теста знаков преимущества наивных прогнозов (лучших из первичных на всем массиве) почти во всех случаях значимы. Тем не менее на отдельных горизонтах прогнозирования наблюдаются небольшие улучшения относительно лучшего первичного прогноза показателя экспорта. Так, медиана, дисконтированный прогноз (h) и оптимальный прогноз позволяют снизить ошибку при прогнозировании на 1, 2 и 8 месяцев вперед.

Таблица 2

**Относительная средняя (для периода 1/2021 — 12/2024)
абсолютная процентная ошибка комбинированных прогнозов внешнеторговых
показателей, полученных простыми методами комбинирования**

	Метод комбинирования	Параметр	Горизонт прогнозирования, мес.								Σ
			1	2	3	4	5	6	7	8	
экспорт	Среднее		1,05	1,06	1,35*	1,12	1,08	1,14	1,03	0,97	1,08*
	Медиана		0,99	1,00	1,24*	1,06	1,07	1,10	1,01	0,96	1,04
	Последний лучший (t)		1,08*	1,10	1,17	1,19*	1,21	1,19	1,08	1,06	1,13*
	Последний лучший (h)		1,1*	1,09	1,07*	1,15*	1,23	1,17	1,15	1,16	1,15*
	Последний лучший ($6t$)		1,18*	1,13*	1,21	1,14*	1,19*	1,17	1,07*	1,06*	1,13*
	Последний лучший ($6h$)		1,07*	1,05*	1,19*	1,11*	1,15*	1,15*	1,06*	1,05*	1,1*
	Дисконтированный (h)	0,01	0,98	0,90	1,06	1,03	1,11	1,12	1,07*	0,98	1,03
	Дисконтированный (t)	0,76	1,08	1,09	1,28*	1,16	1,13	1,12	1,06*	1,00	1,1*
	Оптимальный	1	0,98	0,90	1,06	1,03	1,11	1,12	1,07*	0,97	1,03
импорт	Среднее		1,00	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,91	0,90
	Медиана		0,96	0,88	0,91	0,90	0,89	0,91	0,90	0,9*	0,9*
	Последний лучший (t)		1,20	1,12	1,15	1,10	1,10	1,01	1,01	1,01	1,08
	Последний лучший (h)		1,27	1,15	1,19	1,14	1,12	1,02	1,03	1,02	1,11
	Последний лучший ($6t$)		1,17	1,07	1,19	1,13	1,12	1,09	1,06	1,08	1,11
	Последний лучший ($6h$)		1,15	1,10	1,09	1,08	1,03	0,95	0,97	0,95	1,03
	Дисконтированный (h)	0,75	0,97	0,89	0,96	0,95	0,98	0,97	0,97	0,94	0,96
	Дисконтированный (t)	1	0,95	0,90	0,96	0,98	1,00	0,97	0,97	0,96	0,96
	Оптимальный	19	0,97	0,89	0,91	0,92	0,95	0,94	0,94	0,92	0,93

Примечание: серым выделены методы комбинирования, улучшающие наивный прогноз; * — различия с наивным прогнозом значимы с вероятностью ошибки 0,05 (на основе теста знаков). Расчеты авторов

В случае импорта из всех стран простые методы комбинирования работают лучше (табл. 2): простое среднее, медиана и все дисконтированные методы комбинирования превосходят по качеству лучший из первичных прогнозов.

Отметим, что при комбинировании на основе последней доступной дисконтированной суммы ошибок h -шаговых прогнозов за полгода $MSFE_{it}^h$ максимальное улучшение достигается при коэффициенте дисконтирования, равном 0,75. В случае оптимального прогноза значение параметра V , минимизирующее отклонения прогнозируемых значений показателя от реальных, равно 19.

В таблице 3 приведены результаты оценок качества комбинированных прогнозов, полученных при помощи различных регрессионных методов.

Из таблицы видно, что использование регрессионных методов комбинирования, как правило, приводит к улучшению прогнозов показателей экспорта и импорта относительно наивных прогнозов и простых методов комбинирования (и во многих случаях эти улучшения значимы).

Таблица 3

**Относительная средняя (для периода 1/2021 — 12/2024)
абсолютная процентная ошибка комбинированных прогнозов внешнеторговых
показателей, полученных регрессионными методами комбинирования**

	Метод комбинирования	Параметр	Горизонт прогнозирования, мес.								Σ
			1	2	3	4	5	6	7	8	
экспорт	Регрессионный (1)		0,99	0,94	1,06	0,98	0,94	0,96	0,92	0,89	0,95
	Регрессионный (h)		0,99	0,97	1,12*	1,01	1,04	1,09	1,03	1,03	1,03
	Регрессионный (c)		0,99	0,93	1,02	0,94	0,91*	0,89*	0,86*	0,84*	0,91*
	Регрессионный (l)		0,99	0,94	1,07	1,00	1,00	1,02	1,00	0,99	1,00
	Смешанный	1,00	0,99	0,94	1,06	0,98	0,94	0,96	0,92	0,89	0,95
	Регрессионный (Geom)	1,03	1,01	0,94	1,01	0,94	0,88	0,88	0,81*	0,78*	0,89*
	Регрессионный (t-лямбда)	2,40	1,01	0,94	1,06	0,99	0,91	0,97	0,90	0,85	0,94
импорт	Регрессионный (1)		0,94	0,88	0,92	0,95	0,96	0,95	0,97	1,00	0,95
	Регрессионный (h)		0,94	0,87	0,90	0,91	0,98	1,02	1,04	1,06	0,97
	Регрессионный (c)		0,94	0,88	0,92	0,93	0,94	0,93	0,94	0,96	0,93
	Регрессионный (l)		0,95	0,88	0,92	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	0,95
	Смешанный	0,01	1,00	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,91	0,90
	Регрессионный (Geom)	1,03	0,99	0,92	0,91	0,90	0,86	0,83*	0,79*	0,77*	0,86*
	Регрессионный (t-лямбда)	1,80	0,96	0,89	0,90	0,91	0,91	0,90	0,89*	0,86*	0,9*

Примечание: серым выделены методы комбинирования, улучшающие наивный прогноз; * — различия с наивным прогнозом значимы с вероятностью ошибки 0,05 (на основе теста знаков). Расчеты авторов

Сравнительный анализ качества регрессионных МНК-методов комбинирования показывает отсутствие принципиальных различий в зависимости от прогнозируемой переменной. Для обоих внешнеторговых показателей худшие результаты демонстрируют прогнозы с весами многошаговых прогнозов ($h > 1$), равными коэффициентам регрессии (без константы) фактического значения показателя на h -шаговые прогнозы. Так что использование единых весов (весов одношаговых прогнозов) для взвешивания прогнозов с разным шагом прогнозирования оказывается предпочтительнее взвешивания с различными весами.

Для обоих внешнеторговых показателей минимальную ошибку среди методов, использующих регрессионные МНК-оценки, демонстрируют прогнозы с весами, равными коэффициентам регрессии с константой. Они превосходят по качеству все альтернативные регрессионные методы комбинирования на основе МНК весов, включая тот, где на сумму весов накладываются ограничения.

Смешанные прогнозы также позволяют улучшить и наивные прогнозы показателей экспорта и импорта, и лучший из первичных для показателя импорта. При этом оптимальное значение параметра, определяющего распределение комбинирующего веса между коэффициентом регрессии и равным весом, для импорта близко 0, а для экспорта равно 1. Т. е. для импорта регрессионные коэффициенты не учитываются при расчете весов, так что лучший смешанный прогноз совпадает с простым средним, а для экспорта комбинирующие веса определяются только коэффициентами регрессии.

Для обоих внешнеторговых показателей на всем массиве прогнозов минимальную среднюю абсолютную ошибку показывают регрессионные ВМНК-методы комбинирования. Данный подход приводит к улучшению и наивных прогнозов показателей экспорта и импорта, и лучших из их первичных прогнозов, и простых методов комбинирования.

Значение параметра λ , обеспечивающего минимальную ошибку регрессионного прогноза (Geom) для обоих показателей, составляет 1,03. При комбинировании с помощью весов, полученных на основе ВМНК-оценок коэффициентов регрессии с использованием t -лямбда весовой матрицы, значения параметра λ , минимизирующие ошибку прогнозирования,

равны 2,4 для экспорта и 1,8 для импорта. Так что для обоих показателей веса наблюдений при оценке коэффициентов регрессии уменьшаются с возрастающей скоростью по мере удаления наблюдения от момента оценивания. Отметим, что и для экспорта, и для импорта лучшие результаты демонстрирует использование геометрической матрицы весов.

В качестве еще одной характеристики качества комбинированных прогнозов можно рассмотреть, как часто они угадывают рост или падение экспорта/импорта относительно предыдущего периода (табл. 4).

Таблица 4

Доля прогнозов, угадывающих направление изменений показателя

Метод комбинирования	Экспорт	Импорт	Метод комбинирования	Экспорт	Импорт
Среднее	0,66	0,72	Оптимальный	0,58	0,71
Медиана	0,49	0,57	Регрессионный (l)	0,62	0,57
Последний лучший (t)	0,34	0,43	Регрессионный (h)	0,65	0,71
Последний лучший (h)	0,36	0,49	Регрессионный (c)	0,61	0,56
Последний лучший (6t)	0,31	0,45	Регрессионный (l)	0,64	0,67
Последний лучший (6h)	0,34	0,45	Смешанный	0,65	0,71
Дисконтированный (h)	0,67	0,71	Регрессионный (Geom)	0,60	0,70
Дисконтированный (t)	0,58	0,66	Регрессионный (t-лямбда)	0,63	0,70

Примечание: серым выделены методы, правильно предсказывающие направление изменения показателя более чем в половине случаев. Расчеты авторов

Из таблицы 4 следует, что большинство методов комбинирования успешно предсказывают направление изменения показателей экспорта и импорта более чем в 50 % случаев. При этом и сам процент совпадений, и его рост в сравнении с процентом, демонстрируемым первичными прогнозами, для показателя импорта практически всегда выше, чем для показателя экспорта. Для обоих показателей (в среднем) очень хорошие результаты показывают простое среднее, дисконтированный (h), регрессионный (h) и смешанный методы комбинирования.

Заключение

Обобщая итоги оценок качества прогнозов внешнеторговых показателей, можно утверждать, что и с точки зрения средней абсолютной процентной ошибки, и с точки зрения способности прогнозов правильно предсказывать направление изменения показателя методы корректировки обладают ограниченными возможностями по улучшению качества прогнозирования. Из всех рассмотренных методов только корректировки на величину ошибок одношаговых прогнозов (способы 1 и 2) позволяют добиться улучшения «сырых» (нескорректированных) прогнозов, и только для показателя экспорта во все страны.

С другой стороны, комбинирование приводит к улучшению качества даже лучшего из первичных прогнозов. Причем и для экспорта, и для импорта минимальную среднюю абсолютную процентную ошибку как для всего массива, так и для большинства горизонтов прогнозирования обеспечивает один метод, а именно регрессионное комбинирование на основе ВМНК-оценок с использованием геометрической матрицы весов.

Дополнительно отметим ряд наблюдений, полученных в ходе сравнительного анализа качества различных методов корректировки и комбинирования прогнозов внешнеторговых показателей:

- независимо от горизонта прогнозирования h использование для корректировки исходного прогноза ошибок одношаговых прогнозов предпочтительнее использования ошибок h -шаговых прогнозов;

- простые методы комбинирования в большинстве случаев уступают по качеству регрессионным; а в группе регрессионных методов использование ВМНК-оценок весов позволяет достичь более существенного улучшения качества прогнозов по сравнению с обычным МНК;
- преимущество некоторых методов комбинирования перед лучшим первичным прогнозом становится более выраженным при увеличении горизонта прогнозирования;
- в среднем положительный эффект от комбинирования на качество прогнозов импорта выражен сильнее, чем на качество прогнозов экспорта.

Заметим, что полученные для комбинированных прогнозов результаты полностью согласуются с выводами относительно прогнозов цен на природные ресурсы из наших предыдущих работ, что дает возможность рекомендовать некоторые методы комбинирования прогнозов как инструмент для улучшения их качества, особенно для относительно больших (в месячном измерении) горизонтов прогнозирования. Более того, в отличие от цен на природные ресурсы, для внешнеторговых показателей большинство методов комбинирования позволяют улучшать первичные прогнозы и для небольших горизонтов прогнозирования (на 1 или 2 месяца вперед).

ЛИТЕРАТУРА

1. Clemen, R.T. Combining Forecasts: A Review and Annotated Bibliography / R.T. Clemen — DOI: 10.14807/ijmp.v4i1.59 // International Journal of Forecasting. — 1989 — Т. 5 — С. 559–583 — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0169207089900125> (дата обращения: 30.11.2025);
2. Clements, M.P. Intercept corrections and structural change / M.P. Clements, D.F. Hendry — DOI:10.1002/(SICI)1099-1255(199609)11:53.0 // Journal of Applied Econometrics — 1996 — № 11 — С. 475–494 — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/%28SICI%291099-1255%28199609%2911%3A5%3C475%3A%3AAID-JAE409%3E3.0.CO%3B2-9> (дата обращения: 30.11.2025).
3. Mestre, R. Is Forecasting with Large Models Informative? Assessing the Role of Judgement in Macroeconomic / R. Mestre, P. McAdam — DOI: 10.2139/ssrn.1282042 // European Central Bank, Working Paper Series — October — 2008 — No.950 — URL: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp950.pdf> (дата обращения: 30.11.2025).
4. Stock J.H. Combination Forecasts of Output Growth in a Seven-Country Data Set / J.H. Stock, M.W. Watson — DOI: 10.1002/for.928 // Journal of Forecasting — 2004 — Т. 23 — С. 405–430 — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/for.928> (дата обращения: 30.11.2025).
5. Астафьева Е.В. Анализ возможностей улучшения качества прогнозов цен на природные ресурсы методами комбинирования на основе регрессионных оценок весов / Астафьева Е.В. Турунцева М.Ю. // Экономическое Развитие России — 2023 — Том 30 — № 12 — с. 24–33. — URL: <https://ed-russia.ru/upload/iblock/6f8/attmsld6sk4cbb15fnu3eu2iq5ax3n6/%E2%84%9612%202023%20%D0%AD%D0%A0%D0%A0.pdf> (дата обращения: 30.11.2025).

6. Астафьева Е.В. Повышение качества прогнозирования простейшими методами комбинирования отдельных прогнозов / Астафьева Е.В. Турунцева М.Ю. — DOI: 10.22394/1993-7601-2024-74-78-103 // Прикладная эконометрика — 2024 — т. 74 — с. 78–103.
7. Турунцева М. Нужно ли пытаться исправить потенциальные ошибки прогнозирования? / Турунцева М.Ю. — [Электронный журнал]. Режим доступа — URL: https://www.iep.ru/files/Nauchniy_vestnik.ru/2-2013/38-45.pdf (дата обращения: 30.11.2025) // Научный вестник ИЭП им. Гайдара.ру — 2013 — № 2 — с. 38–45.
8. Diebold F.X. Serial Correlation and the Combination of Forecasts / F.X. Diebold — DOI: 10.1080/07350015.1988.10509642 // Journal of Business & Economic Statistics — 1988 — Т. 6 — № 1 — С. 105–111 — URL: <https://www.jstor.org/stable/1391423?seq=1> (дата обращения: 30.11.2025).
9. Elliott G. Optimal Forecast Combinations under General Loss Functions and Forecast Error Distributions / G. Elliott, A. Timmermann — DOI: 10.1016/j.jeconom.2003.10.019 // Journal of Econometrics — 2004 — Т. 122 — С. 47–79 — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304407603002690> (дата обращения: 30.11.2025);
10. Fildes, R. Forecasting Competitions—Their Role in Improving Forecasting Practice and Research / R. Fildes, K. Ord — DOI: 10.1002/9780470996430.ch15 // In A Companion to Economic Forecasting, edited by M. Clements and D. Hendry — Oxford: Blackwell — 2002 — С. 322–53 — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470996430.ch15> (дата обращения: 30.11.2025).
11. Clemen, R.T. Combining Economic Forecasts / R.T. Clemen, R.L. Winkler Combining Economic Forecasts / — DOI: 10.2307/1391385 // Journal of Business and Economic Statistics — 1986 — Т. 1 — С. 39–46 — URL: <https://www.jstor.org/stable/1391385?seq=1> (дата обращения: 30.11.2025).

Astafyeva Ekaterina Viktorovna

The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia
Institute of Applied Economic Research
E-mail: astafyeva@ranepa.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6488-6590>
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=263650

Turuntseva Marina Yurievna

The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia
Institute of Applied Economic Research
E-mail: turuntseva@ranepa.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2353-1424>
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=201393

Forecast evaluation correction and combining forecast methods for foreign trade indicators

Abstract. The article studies the possibilities of using simple correction and combining methods for forecasts. We estimate the impact of applying these procedures (simple correction methods, simple combining methods, and regression combining methods) on the forecast evaluation for Russian exports to all countries and imports from all countries. In total, we used four correction methods, nine simple combining methods, and seven regression methods.

Using a set of basic forecasts and forecasts from the Gaidar Institute from April 2006 through December 2024, we conclude that, in terms of mean absolute percentage error and in terms of the forecasts' ability to correctly predict the direction of change of the indicators considered, the correction methods have limited potential to improve forecasting quality. At the same time, it is more sensible to use errors from one-step-ahead forecasts rather than multi-step-ahead forecasts for adjustment. By contrast, a number of combining methods lead to improvements even over the best individual forecasts. The lowest mean absolute percentage forecasting error for the entire sample, and for most forecast horizons, is achieved by regression combining based on estimates from a weighted least squares method using a geometric weight matrix, while simple combining methods are, in most cases, inferior both to this method and to the other regression methods. It is important to note that, on average, the positive effect of combining import forecasts is more pronounced than its effect on the quality of export forecasts. It was also found that the advantage of some methods for combining export and import forecasts over the best single (primary) forecast becomes more pronounced as the forecast horizon increases, which is consistent with findings for other indicators.

Keywords: export; import; forecast correction; forecast combination; forecast evaluation; forecasting