



Центральный банк Республики Узбекистан

Краткосрочное прогнозирование ВВП с помощью MIDAS-модели

Автор: Руслан Яковлев

Департамент денежно-кредитной политики

Краткосрочное прогнозирование ВВП с помощью MIDAS-модели

Принятие решений в области макроэкономической политики основывается на анализе поступающих данных, однако часть существенно значимых индикаторов публикуется с более низкой частотой и могут потерять актуальность. В этих условиях возникает объективная необходимость в достаточно точной и оперативной оценке и прогнозе макроэкономических переменных.

Большинство моделей для прогнозирования требует наличия данных с одинаковой периодичностью. На практике выход данных значительно отличается друг от друга как между, так и внутри самих секторов экономики. Например, показатели валового внутреннего продукта (ВВП) и платежного баланса формируются ежеквартально, данные об инфляции, выпуске отраслей и внешней торговле – ежемесячно, а большинство данных по обменным курсам и банковским процентным ставкам – ежедневно.

Безусловно, существует множество простейших методов для агрегирования (усреднение, взвешивание и нормирование по долям) высокочастотных данных в низкочастотные. Однако имеется высокая вероятность утери части полезной информации, момента возникновения краткосрочных структурных изменений, что может привести к снижению точности оценок.

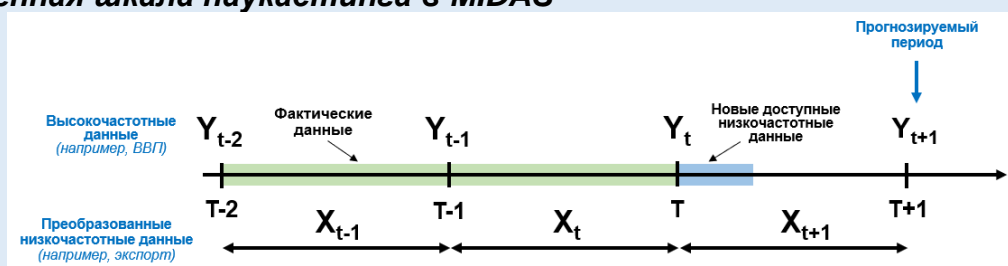
Для решения данной проблемы широкое применение нашла модель со смешанной частотой – **MIDAS** (*Mixed Data Sampling Model*), предложенная Гизелсом, Санта-Кларой и Валкановым (2004).

Данная модель и её различные модификации используются для **наукастинга** в большинстве центральных банков, включая Европейский центральный банк, Национальный банк Швейцарии, Норвежский банк, Банк Англии, Национальный банк Чехии, Банк России, Национальный банк Казахстана и другие.

Наукастинг

Наукастинг (обычно не переводится с английского *nowcasting* и образуется от слов *now* – сейчас и *forecasting* – прогнозирование) – это вид краткосрочного прогнозирования для очень близкого будущего (чаще всего предстоящий месяц, квартал и т.д.). В условиях, когда в распоряжении имеется часть данных, а в экономике не ожидается существенных изменений (шоков) наукастинг является эффективным инструментом для прогнозирования макропоказателей.

Временная шкала наукастинга в MIDAS



Спецификация модели MIDAS

MIDAS представляет собой регрессионный подход, используемый в условиях когда выборка по зависимой переменной производится с меньшей частотой, чем по одному или нескольким независимым переменным.

Традиционный и часто используемый подход для разрешения данного случая основывается на простейших методах усреднения. Например, при работе с квартальным ростом ВВП и ежемесячными данными по темпам роста экспорта принято использовать среднемесячный уровень экспорта за три месяца как одно квартальное наблюдение. Несмотря на простоту такого метода, данное решение теряет точность в отношении более высокочастотных переменных. Любые внутриквартальные изменения объемов экспорта пренебрегаются за счёт преобразования трёх наблюдений в одно.

В MIDAS эта проблема решается путем добавления отдельных компонентов высокочастотной переменной в качестве регрессоров (независимых переменных), что позволяет получить отдельный коэффициент для каждого компонента. Например, экспорт может иметь три отдельных коэффициента для регрессора: один для каждого месяца квартала (*вид U-MIDAS см. ниже*).

Недостатком создания регрессора для каждой высокочастотной компоненты является быстрое насыщение большим количеством переменных. Например, если для прогноза квартального ВВП необходимо 3 регрессора ежемесячных объемов экспорта, то для годовых данных уже 12.

Для уменьшения количества переменных в традиционной системе MIDAS используется ряд схем взвешивания (*чаще всего полиномы*), которые параметризуют переменные с более высокой частотой в меньшее число регрессоров.

MIDAS: общее описание

Уравнение модели со смешанной частотой представляет собой регрессию с распределёнными лагами вида:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i * Y_{t-i} + \gamma \sum_{j=1}^q \Phi(j; \theta) * X_{(hf_\theta)t-j} + \varepsilon_t, \text{ где}$$

Y_t – зависимая низкочастотная переменная, Y_{t-i} – лаг зависимой переменной, который может быть включен или опущен в различных модификациях модели;

$X_{(hf_\theta)t-j}$ – объясняющие высокочастотные переменные, где lf_θ – число наблюдений объясняющей переменной, соответствующих одному периоду зависимой переменной;

α, β, γ – коэффициенты; ε_t – ошибка.

В модели MIDAS значительную роль играет функция $\Phi(j; \theta)$, которая является некоторым ограничением. Чаще всего она принимает вид *полиномиальной функции*, определяющей веса для темпорального агрегирования, хотя может быть представлена любой другой функцией. Также модель может быть оценена без ограничений (*unrestricted MIDAS или U-MIDAS*, когда $\Phi(j; \theta)$ не задана).

U-MIDAS обладает высокой гибкостью, так как при прогнозировании низкочастотных данных использует все высокочастотные показатели и на основе метода наименьших квадратов рассчитывает коэффициенты для каждой независимой переменной. Однако на практике, в условиях когда временной ряд данных короткий, U-MIDAS не позволяет использовать высокое число лагов, что ограничивает эффективность модели и может привести к смещению оценок.

U-MIDAS используется в тех случаях, когда расчёты требуют небольшого числа лагов и часто применяется для сравнительных целей.

Классическая MIDAS-модель с $\Phi(j; \theta)$ функцией занимает промежуточное положение между U-MIDAS и усреднением, так как агрегирует данные с учетом особенностей каждого регрессора на основе весовой функции.

В работах авторов, предложивших данную модель используется бета полиномиальная функция и функция полиномов Алмона.

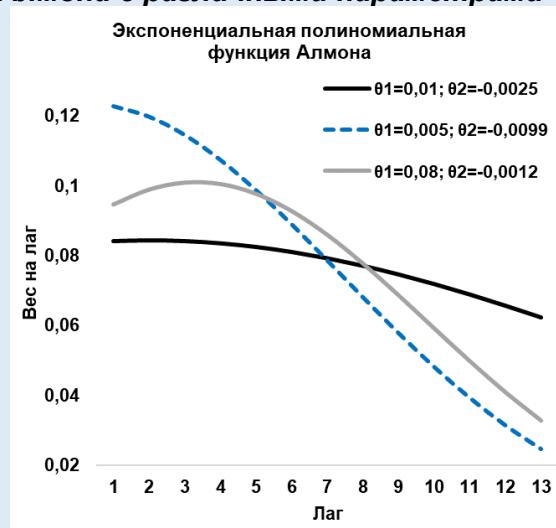
В функции $\Phi(j; \theta)$, j представляет собой число лагов, которое является априорным (*заранее заданным*), θ – набор гиперпараметров, задающих форму для функции.

Например, полиномиальная функция Алмона имеет следующий вид (Рис.1):

$$\Phi(j; \theta) = \frac{e^{\theta_1 j + \theta_2 j^2}}{\sum_{k=1}^m e^{\theta_1 k + \theta_2 k^2}}$$

Функция Алмона наиболее часто встречающаяся весовая функция при оценке MIDAS, так как коэффициенты лаговых значений могут не только иметь убывающий вид, но и возрасти на определённых участках.

Рис. 1. Полиномиальная функция Алмона с различными параметрами



Источник: расчёты автора

Расчеты модели MIDAS для прогнозирования ВВП Узбекистана

Несмотря на то, что данные по ВВП Узбекистана публикуются ежеквартально, у экономических агентов имеется ежемесячная статистика различных отраслей экономики.

В целях оперативной оценки ВВП Узбекистана были отобраны поступающие на ежемесячной основе данные за период январь 2018 года – октябрь 2023 года, разделены на 5 отдельных компонентов и оценены с помощью различных модификаций MIDAS.

Рис. 2. Выпуск отраслей экономики и реальный рост ВВП (%)

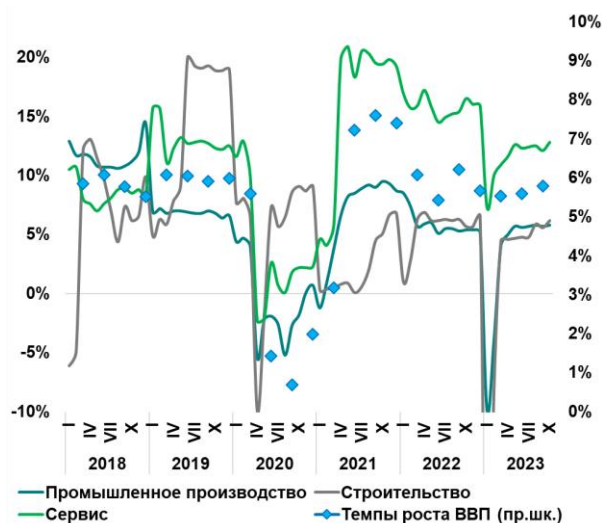


Рис. 3. Розничная торговля как прокси-показатель частного потребления (%)

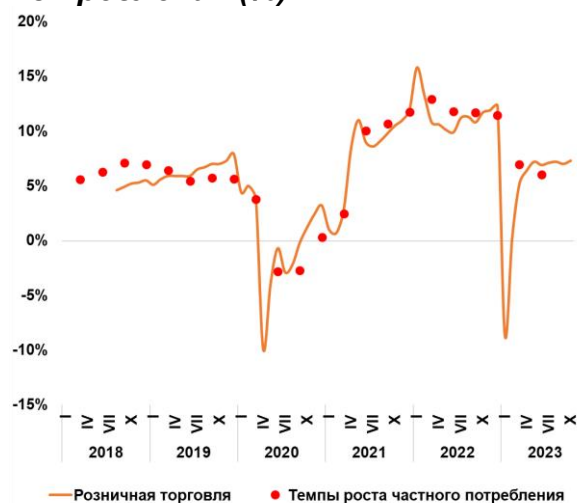


Рис. 4. Поступления от торговли и платных услуг и динамика реального роста ВВП (%)

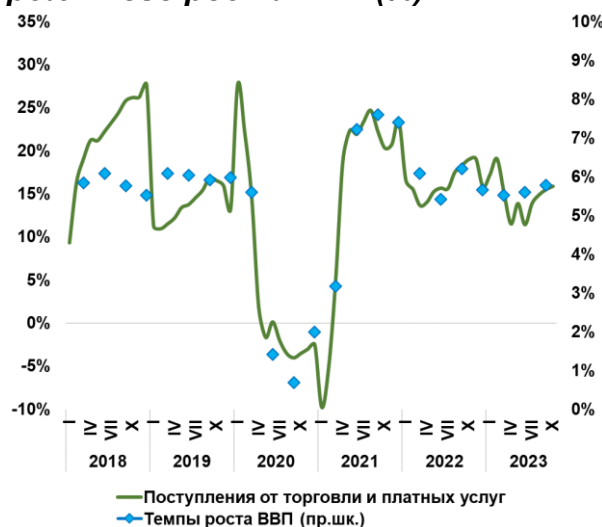


Рис. 5. Динамика внешней торговли и реальный рост ВВП (%)

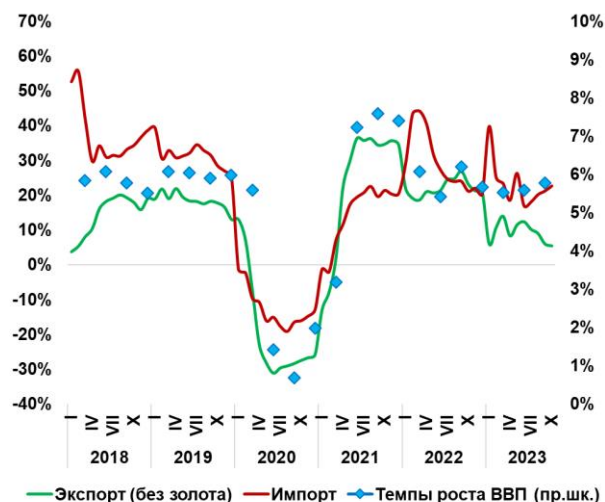
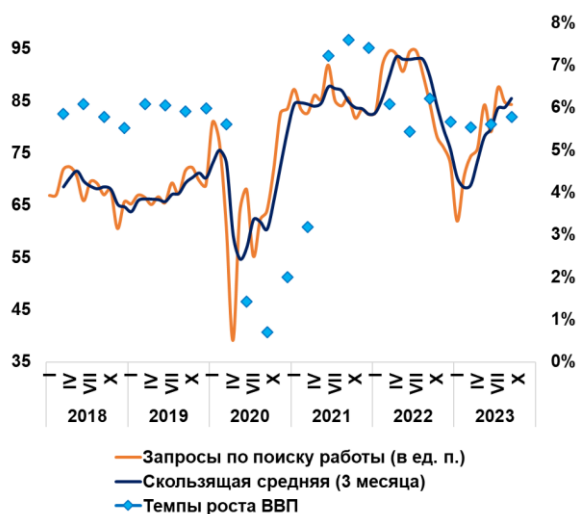


Рис. 6. Запросы по поиску работы как индикатор экономической активности



Источник: Расчеты ЦБ на основе данных ЦБ, Статагентства и открытых запросов в Интернете.

Примечание: все данные представлены в виде реальных темпов роста, кумулятивные в годовом выражении (г/г)

Первая группа индикаторов характеризует динамику совокупного предложения в экономике и отражает ежемесячные данные выпуска отраслей – промышленного производства, сервиса и строительства (Рис. 2).

Следующие три группы связаны с показателями совокупного спроса. Одна из них включает такой высокочастотный показатель, как розничная торговля в качестве прокси-показателя частного потребления (Рис. 3) (около 60% ВВП с позиции использования приходится на частное потребление), вторая – поступления от торговли и платных услуг (Рис. 4) и третья – индикаторы внешней торговли – экспорт (без учета золота) и импорт (Рис. 5).

Пятая группа представляет собой альтернативный показатель экономической активности со стороны предложения рабочей силы на рынка труда, а в качестве переменной используются ежемесячные запросы людей по поиску работы (Рис. 6).

Вышедшие в октябре макроэкономические данные являются основой для прогнозирования ВВП на IV квартал 2023 года (итоговый годовой ВВП).

В качестве бенчмарк-модели для определения точности других моделей используется авторегрессионная модель первого порядка (AR1). Помимо AR1 для сравнения приведены расчёты простого арифметического усреднения трех месячных данных в одно квартальное.

Модель MIDAS будет оцениваться в различных модификациях включая классическую с использованием полиномов Алмона, модель без ограничений – U-MIDAS, и две модели MIDAS с использованием

методов насыщения индикаторов (MIDAS-GETS и MIDAS-GETSIS), которые учитывают выбросы и структурные сдвиги в данных.

Для оценки качества линейных моделей и определения величины ошибки будут произведены расчёты RMSE, MAE, MAPE метрик.

Результаты

Согласно результатам различных модификаций и комбинаций моделей (26) на основе поступивших в октябре данных реальный рост ВВП на конец 2023 года прогнозируется на уровне **5,6-6,0%** (Рис. 7).

Наиболее точными практически по всем оценкам качества моделей являются MIDAS с учетом структурных сдвигов и выбросов (MIDAS-GETSIS).

Индикаторы насыщения (GETSIS)

В случае, если в анализируемых данных имеются выбросы и структурные разрывы моделирование вида "от общего к частному" с использованием индикаторов насыщения (*general-to-specific indicator saturation, GETSIS*) позволяет оценивать показатели, разделяя их на определённые выборки и добавляя фиктивные переменные (*dummy variables*). Повторяющийся алгоритм поочередно из модели убирает по одной переменной и проверяет на значимость с помощью набора диагностических тестов (*нормальность, автокорреляцию остатков и т.д.*). В случае незначимости переменные удаляются и формируются итоговые комбинации модели.

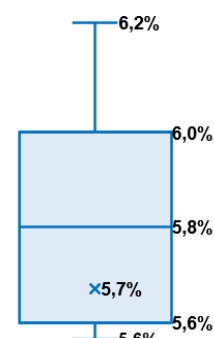
После расчета всех различных сочетаний, итоговые модели сравниваются с помощью выбора информационного критерия. Затем выбирается наилучшая модель.

С учетом экономических шоков в модели было отобрано 7 периодов с выбросами в данных (II, III, IV кв. 2020 г., I, III, IV кв. 2021 г. и I кв. 2022 г.). В эти периоды были включены фиктивные переменные, а также некоторые дополнительные лаги.

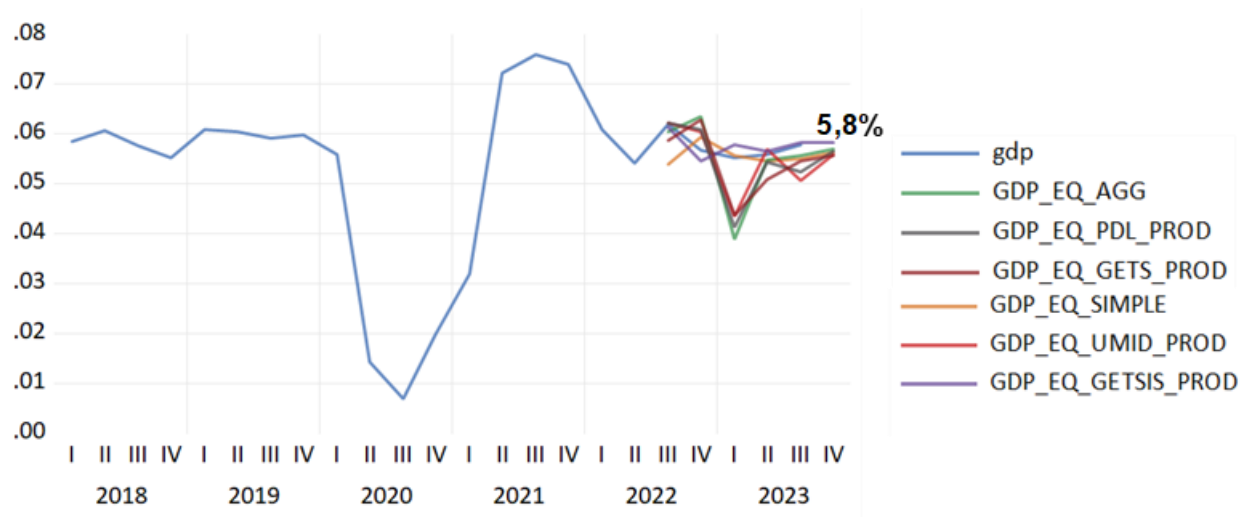
Рис. 7. Результаты расчетов

а. Таблица и распределение результатов

Спецификация модели	Обозначение	Сектор				
		Производство	Розничная торговля	Внешняя торговля	Поступления от торговли и платных услуг	Рынок труда
Автогрегессия первого порядка	GDP_EQ_SIMPLE	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%
Среднее арифметическое	GDP_EQ_AGG	5,7%	5,8%	4,7%	5,6%	6,1%
Полиномы Алмона	GDP_EQ_PDL	5,6%	5,9%	4,7%	6,0%	6,1%
Неограниченный MIDAS	GDP_EQ_UMIDAS	5,6%	5,8%	4,5%	5,8%	6,2%
MIDAS с методами насыщения (с учетом выбросов и структурных сдвигов)	GDP_EQ_GETS	5,6%	5,8%	4,7%	5,9%	6,2%
	GDP_EQ_GETSIS	5,8%	6,0%	5,7%	5,9%	6,0%



б. Прогноз ВВП на основе выпуска отраслей



в. Оценки точности моделей (на примере выпуска отраслей)

Спецификация модели	Обозначение	Критерии оценки		
		RMSE	MAE	MAPE
Автогрегрессия первого порядка	GDP_EQ_SIMPLE	0,0041	0,0031	5,1429
Среднее арифметическое	GDP_EQ_AGG	0,0080	0,0056	9,9281
Полиномы Алмона	GDP_EQ_PDL	0,0070	0,0051	9,0696
Неограниченный MIDAS	GDP_EQ_UMIDAS	0,0064	0,0048	8,5231
MIDAS с методами насыщения (с учетом выбросов и структурных сдвигов)	GDP_EQ_GETS	0,0066	0,0059	10,4241
	GDP_EQ_GETSIS	0,0016	0,0013	2,3302

Источник: расчёты автора

Результаты других спецификаций модели приведены в приложении.

Прогнозы MIDAS модели также могут служить вводными данными для QPM модели (квартальной прогнозной модели) Центрального банка в качестве наукаст данных при среднесрочном прогнозировании.

Приложение.

Рис. 8а. Прогноз ВВП на основе данных по внешней торговле

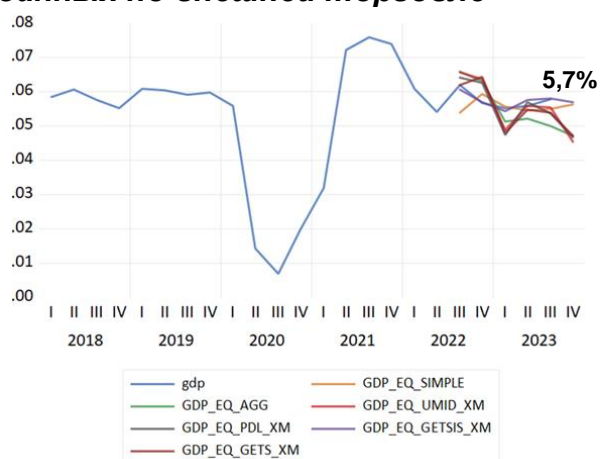


Рис. 8б. Прогноз ВВП на основе данных по розничной торговле

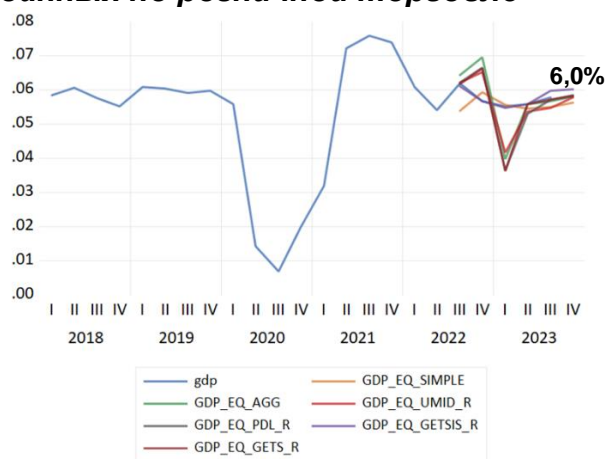


Рис. 8в. Прогноз ВВП на основе данных по платежам по торговле и платным услугам

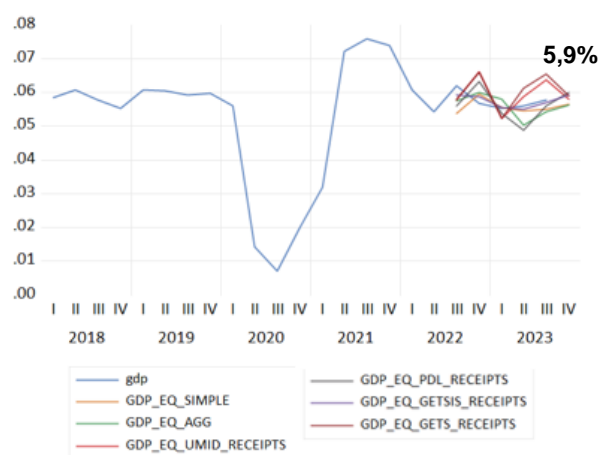
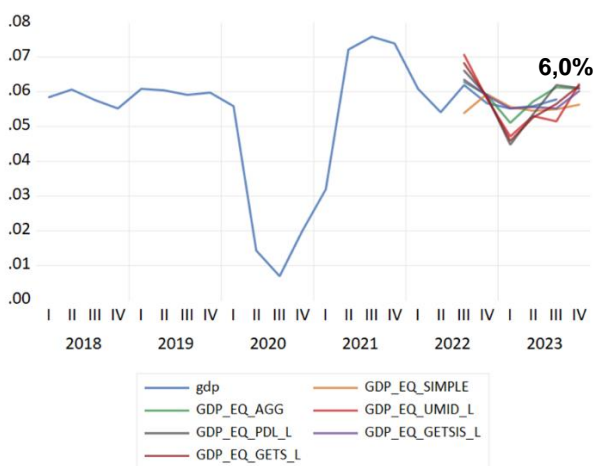


Рис. 8г. Прогноз ВВП на основе данных по рынку труда



Источник: расчёты автора