

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**Модель авторегрессии для ВВП РФ,
дополненная показателем деловой активности
стран торговых партнеров**

Таджибаева Л. Ш.

Москва, 2023

Аннотация. Предложенная в данной работе модель является модификацией авторегрессионного процесса второго порядка с добавлением внешней переменной, позволяющей учитывать циклы торговых партнеров для прогнозирования выпуска. Данная модель показала значительное преимущество в прогнозировании на долгосрочный горизонт, что подтверждает важность учитывания экономической активности стран-партнеров при прогнозировании ВВП РФ.

Таджибаева Л. Ш., младший научный сотрудник Центра математического моделирования экономических процессов ИПЭИ РАНХиГС

Оглавление

Введение	4
1 Обзор литературы.....	5
2 Описание модели	7
3 Результаты эмпирического анализа.....	9
Заключение.....	11
Список литературы.....	12

Введение

Прогнозирование динамики выпуска является важным самостоятельным компонентом экономического анализа, так как позволяет проводить экономическую политику вовремя, тогда как публикация некоторых официальных статистических данных происходит с определенным лагом. Более того, денежно-кредитная политика оказывает влияние на экономику страны с запозданием, что так же подчеркивает необходимость иметь представление о будущей динамике выпуска и прочих макроэкономических показателей. Научное прогнозирование экономических показателей так же имеет важное практическое значение для разработки целей экономического развития страны.

Франкель и Роуз (1998) одни из первых показали, насколько сильной может быть корреляция между циклическими колебаниями реального ВВП для торговых партнеров. Многие авторы в дальнейшем показали, что этот результат устойчив к добавлению в модель дополнительных переменных, а также сохраняется и для внутриотраслевых и внутринациональных сделок (Giovanni and Levchenko, 2010).

Российская экономика, являясь малой открытой экономикой, находится под сильным влиянием своих торговых партнеров. Темпы роста деловой активности в странах, являющимися главными торговыми партнерами, напрямую влияют на объемы и стоимость российского импорта и экспорта. Таким образом, получение представления об экономиках стран-партнеров является важной частью прогнозирования ВВП страны, что способствует активному развитию направления построения эконометрических моделей с включением внешнеэкономических факторов.

В данной работе предложена модель авторегрессии ВВП, дополненная показателем деловой активности стран торговых партнеров, позволяющая проанализировать, значимость информация о динамике выпуска торговых партнеров для прогнозирования российского ВВП.

1 Обзор литературы

Вопрос о значимости торговли в объяснении деловых циклов привлекает внимание ученых в международной макроэкономике уже давно (Kindleberger, 1962). Многие эмпирические исследования обнаружили положительную связь между объемом торговли со страной-партнером и бизнес-циклом (Frankel and Rose, 1998; Kose and Yi, 2006). К теоретическим механизмам, которые могут объяснять данную связь, относят зависимость от иностранного капитала, общие внешние шоки, такие как изменения цен на нефть, шоки совокупного спроса (Kehoe et al, 1995).

Некоторые исследования показали, что схожесть в циклах и трендах ВВП наиболее высока между развитыми странами. Это может быть связано с тем, что развитые страны имеют более сильную взаимозависимость в международной торговле и инвестициях, чем развивающиеся страны (Blonigen et al, 2014). Более того, страны, имеющие общих торговых партнеров, более склонны к синхронизации своих бизнес-циклов, и данная связь так же сильнее для развитых стран (Azcona, 2022). Все эти выводы указывают на необходимость учета циклов торговых партнеров при оценке экономической ситуации и прогнозировании основных макропоказателей внутри страны.

Существует несколько методов, которые помогают учитывать показатели межстрановой торговли. Одним из них является панельные векторные авторегрессии (Aroga and Vamvakidis, 2011). Панельные VAR строятся по той же логике, что и стандартные VAR, но путем добавления связи между странами или регионами. Однако, у такого подхода есть риск попасть в «ловушку размерности», когда горизонт оценивание не очень велик, а количество стран довольно большое.

Другим способом оценивания связей между регионами является глобальная векторная авторегрессия (Greenwood-Nimmo et al. 2012). Модель GVAR представляет собой глобальную модель, которая объединяет VAR модели для отдельных стран, в которой добавляется отдельная внешняя переменная, равняющаяся взвешенной сумме переменных всех остальных стран. Таким образом удается решить проблемы с размерностью. Для того чтобы учесть влияние деловой активности торговых партнеров, в модель добавляются их выпуски, а в качестве весов могут быть использованы доля торговли с выбранной страной или расстояние между странами. Главным недостатком выбранного подхода является предпосылка, что все выбранные страны должны быть малыми открытыми экономиками, то есть внешняя переменная должна быть слабо экзогенная, что на практике не всегда так.

Статья Schumacher C., Breitung J. (2008) посвящена применению большой факторной модели для прогнозирования ВВП Германии на ежемесячных и ежеквартальных данных. Авторы сравнивают прогнозы, полученные из предложенной большой факторной модели,

с прогнозами, полученными из стандартных моделей прогнозирования ВВП, такими как AR модель и наивный прогноз. Результаты показывают, что большая факторная модель дает более точные прогнозы ВВП, чем другие модели, особенно на коротких горизонтах прогнозирования (на один-два квартала вперед). В долгосрочной перспективе, когда горизонт прогнозирования увеличивается, разница в точности между моделями уменьшается, но предложенная модель все равно дает лучшие результаты, чем стандартные модели.

Квартальные прогнозные модели так же позволяют оценивать как связи внутри страны, так и между странами (Carabenciov I. et al, 2013). Квартальные прогнозные модели основываются на модификации стандартной DSGE-модели малой открытой экономики, но в отличие от нее в КПМ не формулируются в явном виде оптимизационные задачи экономических агентов, что позволяет уйти от жесткой структуры исходной модели и учесть страновые различия, найденные эмпирическим путем. В силу их относительной простоты и понятной структуры, они использовались для целей прогнозирования и анализа политики в центральных банках и отделениях стран в МВФ.

2 Описание модели

В данной модели рассматриваются 8 макрорегионов:

1. США
2. Евросоюз
3. Япония
4. Латинская Америка (Бразилия, Мексика, Чили, Перу)
5. Развивающиеся страны Азии (Индия, Южная Корея, Индонезия, Таиланд, Малайзия, Филиппины, Сингапур)
6. Китай
7. Россия
8. Прочие страны (Великобритания, Канада, Турция, Австралия, Аргентина, Южно-Африканская Республика, Швейцария, Норвегия, Израиль, Новая Зеландия)

Данные были взяты из баз данных Международного валютного фонда¹, FRED data² и Росстата³. Для построения матрицы торговли использовались данные UN Comtrade Database⁴. Переменные взяты за период с 1 квартала 2001 года по 1 квартал 2022 года.

Таблица 1 составлена на основе данных о торговле между странами. В ней приведена доля экспорта и импорта с каждым макрорегионом или страной в суммарном экспорте и импорте.

Таблица 1

Регион	Китай	Развивающиеся страны	ЕС	Япония	Латинская Америка	Прочие страны	Россия	США
Китай	0,00	0,20	0,16	0,23	0,19	0,13	0,19	0,15
Развивающаяся Азия	0,14	0,00	0,06	0,13	0,05	0,07	0,07	0,08
ЕС	0,09	0,08	0,00	0,08	0,08	0,28	0,27	0,13
Япония	0,06	0,06	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,05
Латинская Америка	0,06	0,03	0,04	0,03	0,00	0,03	0,01	0,18
Прочие страны	0,11	0,11	0,27	0,10	0,05	0,00	0,13	0,23
Россия	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
США	0,13	0,13	0,15	0,14	0,43	0,22	0,04	0,00

¹ <https://data.imf.org/?sk=4c514d48-b6ba-49ed-8ab9-52b0c1a0179b&slid=1409151240976>

² <https://fred.stlouisfed.org/>

³ <https://rosstat.gov.ru/>

⁴ <https://comtrade.un.org/data/>

Переменные используются в разности логарифмов текущего значения и значения четыре квартала назад. На Рисунке 1 представлен график ВВП для 8 макрорегионов в финальном виде, использованном в модели.

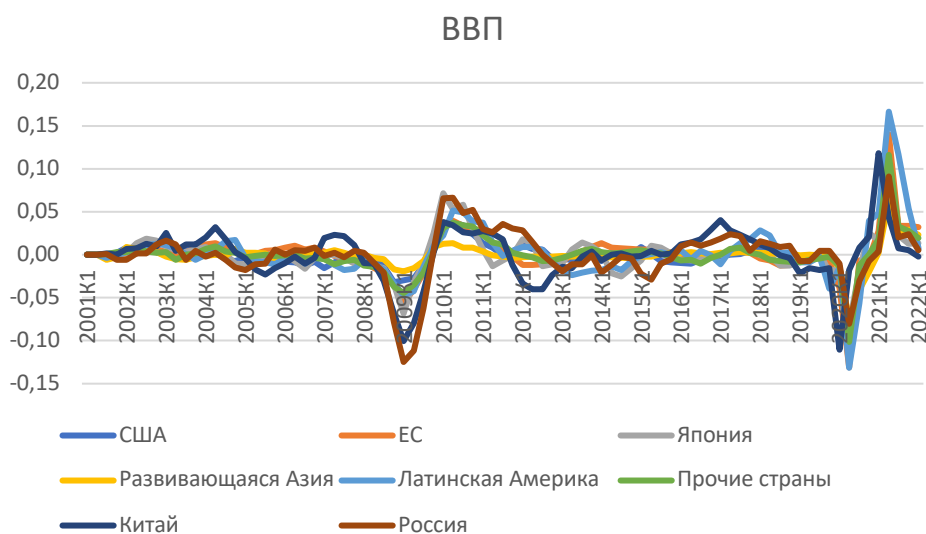


Рисунок 1

Далее представлены основные уравнения модели. Во-первых, данные, использованные для построения модели, были разложены на циклическую и постоянную компоненты (уравнение 1). Во-вторых, циклическая компонента выпуска для страны i представлена авторегрессией второго порядка с добавлением внешней переменной f_i (уравнение 2), которая представляет собой взвешенную сумму выпусков торговых партнеров (уравнение 3). Веса были представлены в Таблице 1 и представляют собой долю суммарного экспорта и импорта страны i со страной j в общей сумме экспорта и импорта страны i (уравнение 4).

$$y_t^i = y_{const} + y_{cycl,t}^i - y_{cycl,t-1}^i \quad (1)$$

$$y_{cycl,t}^i = \alpha_{1,i} y_{cycl,t-1}^i + \alpha_{2,i} y_{cycl,t-2}^i + \alpha_{3,i} f_{i,t} + \epsilon_i \quad (2)$$

$$f_t^i = \sum_j w_{i,j} y_{cycl,t}^j \quad (3)$$

$$w_{i,j} = \frac{exp_{i,j} + imp_{i,j}}{exp_i + imp_i} \quad (4)$$

3 Результаты эмпирического анализа

В **Ошибка! Источник ссылки не найден.** показанные все коэффициенты модели. В первом и втором столбцах представлены названия оцениваемых параметров и их априорные значения, в третьем и четвертом – мода апостериорного распределения и стандартное отклонение. Последние два столбца содержат априорное распределение и стандартное отклонение коэффициентов.

Таблица 2 – Результаты оценивания параметров

Parameter	prior mean	mode	s.d.	prior	pstdev
alpha_1_US	1,20	1,11	0,01	norm	0,20
alpha_2_US	-0,40	-0,43	0,00	norm	0,10
alpha_1_EU	1,20	1,20	0,00	norm	0,20
alpha_2_EU	-0,40	-0,35	0,00	norm	0,10
alpha_1_JA	1,20	1,10	0,00	norm	0,20
alpha_2_JA	-0,40	-0,32	0,01	norm	0,10
alpha_1_EA	1,20	1,28	0,01	norm	0,20
alpha_2_EA	-0,40	-0,35	0,00	norm	0,10
alpha_1_LA	1,20	1,44	0,01	norm	0,20
alpha_2_LA	-0,40	-0,53	0,00	norm	0,10
alpha_1_RC	1,20	1,44	0,00	norm	0,20
alpha_2_RC	-0,40	-0,49	0,00	norm	0,10
alpha_1_CH	1,20	1,34	0,00	norm	0,20
alpha_2_CH	-0,40	-0,47	0,00	norm	0,10
alpha_1_RU	1,20	1,29	0,00	norm	0,20
alpha_2_RU	-0,40	-0,35	0,00	norm	0,10
alpha_3_US	0,20	0,22	0,00	gamm	0,10
alpha_3_EU	0,20	0,25	0,00	gamm	0,10
alpha_3_JA	0,10	0,10	0,00	gamm	0,05
alpha_3_EA	0,10	0,07	0,00	gamm	0,05
alpha_3_LA	0,10	0,20	0,00	gamm	0,05
alpha_3_RC	0,10	0,06	0,00	gamm	0,05
alpha_3_CH	0,20	0,20	0,00	gamm	0,10
alpha_3_RU	0,20	0,41	0,00	gamm	0,10
y_const_US	0,02	0,02	0,00	gamm	0,01
y_const_EU	0,02	0,00	0,00	gamm	0,01
y_const_JA	0,01	0,01	0,00	gamm	0,01
y_const_EA	0,03	0,05	0,00	gamm	0,02
y_const_LA	0,02	0,03	0,00	gamm	0,01
y_const_RC	0,02	0,01	0,00	gamm	0,01
y_const_CH	0,10	0,14	0,00	gamm	0,05
y_const_RU	0,01	0,01	0,00	gamm	0,01

Ниже представлены результаты прогноза выпуска России с помощью предложенной модели и с помощью авторегрессионной модели без учета выпусков торговых партнеров. Тестовой выборкой являлись данные с 1 квартала 2014 года по 1 квартал 2020. Таким образом, использовались 24 наблюдений для каждой переменной для прогнозирования на 1-16 квартала вперед.

В таблице приведены соотношения среднеквадратичной ошибки прогноза (RMSE) построенной модели к аналогичной ошибке наивного прогноза (3), следовательно при большей точности прогноза построенной модели данное отношение ошибок должно быть меньше единицы.

Результаты показали, что предложенная модель лучше прогнозирует на средне- и долгосрочном горизонте, то есть начиная с 6 квартала. Однако заметное преимущество в прогнозировании перед моделью без учета торговых партнеров можно отметить на долгосрочном промежутке – при прогнозе на 8–16 кварталов вперед. Среднеквадратичная ошибка прогноза предложенной модели в три раза меньше, чем у наивного прогноза, и в полтора раза меньше, чем в модели без учета торговых партнеров.

Таблица 3 – Отношение RMSE построенной модели к RMSE наивного прогноза

Шаг прогноза	ВВП РФ (с учетом торговых партнеров)	ВВП РФ (без учета торговых партнеров)
1	3,41	1,00
2	2,88	0,97
3	2,27	0,95
4	1,63	0,91
5	1,15	0,85
6	0,84	0,74
7	0,63	0,62
8	0,49	0,55
9	0,39	0,51
10	0,36	0,52
11	0,32	0,49
12	0,27	0,46
13	0,26	0,47
14	0,29	0,49
15	0,32	0,51
16	0,33	0,48

Заключение

Исследования показывают, что существует положительная связь между объемом торговли со страной-партнером и циклом. Схожесть в циклах и трендах ВВП наиболее высока между развитыми странами из-за более сильной взаимозависимости в международной торговле и инвестициях. Кроме того, страны, имеющие общих торговых партнеров, более склонны к синхронизации своих бизнес-циклов, и данная связь так же сильнее для развитых стран. Это указывает на необходимость учета циклов торговых партнеров при оценке экономической ситуации и прогнозировании основных макропоказателей внутри страны.

Предложенная в данной работе модель является модификацией авторегрессионного процесса второго порядка с добавлением внешней переменной, равной взвешенной сумме выпусков стран-партнеров. Данная модель показала значительное преимущество в прогнозировании на долгосрочный горизонт, что подтверждает важность учитывания экономической активности стран-партнеров при прогнозировании ВВП РФ.

Список литературы

1. Di Giovanni J., Levchenko A. A. Putting the parts together: trade, vertical linkages, and business cycle comovement //American Economic Journal: Macroeconomics. – 2010. – Т. 2. – №. 2. – С. 95-124.
2. Frankel J. A., Rose A. K. The endogeneity of the optimum currency area criteria //The economic journal. – 1998. – Т. 108. – №. 449. – С. 1009-1025.
3. Kindleberger C. P. Foreign trade and the national economy. – 1962. – №. HF1007 K52.
4. Kose M. A., Yi K. M. Can the standard international business cycle model explain the relation between trade and comovement? //Journal of international Economics. – 2006. – Т. 68. – №. 2. – С. 267-295.
5. Kehoe P. J., Backus D. K., Kydland F. E. International business cycles: Theory vs. evidence //Frontiers of business cycle research. – 1995.
6. Arora V., Vamvakidis A. China's economic growth: international spillovers //China & World Economy. – 2011. – Т. 19. – №. 5. – С. 31-46.
7. Shin Y., Greenwood-Nimmo M., Nguyen V. H. Probabilistic Forecasting of Output Growth, Inflation and the Balance of Trade in a GVAR Framework: PROBABILISTIC FORECASTING IN A GVAR FRAMEWORK //Journal of Applied Econometrics. – 2012. – Т. 27. – №. 4. – С. 554-573.
8. Carabenciov I. et al. GPM6: the global projection model with 6 regions. [Journal]. - [s.l.] : International Monetary Fund, 2013.
9. Schumacher C., Breitung J. Real-time forecasting of German GDP based on a large factor model with monthly and quarterly data //International Journal of Forecasting. – 2008. – Т. 24. – №. 3. – С. 386-398.
10. Blonigen B. A., Piger J., Sly N. Comovement in GDP trends and cycles among trading partners //Journal of International Economics. – 2014. – Т. 94. – №. 2. – С. 239-247.
11. Azcona N. Trade and business cycle synchronization: The role of common trade partners //International Economics. – 2022. – Т. 170. – С. 190-201.