

Оценка и прогнозирование кривых доходностей денежного рынка Российской Федерации

Федоров Дмитрий 401

Научный руководитель: Картаев Филипп Сергеевич

Научный консультант: Магжанов Тимур Ринатович

11.04.2024

Актуальность-1

- Доходности гособлигаций - ранний индикатор кризиса (Klepsch and Wollmershäuser, 2011)
- Доходности ценных бумаг могут содержать информацию о дальнейшей динамике инфляции и темпах роста экономики (Saito, Takeda, 2000)
- Динамика ключевой ставки определяет доходность ценных бумаг
- При неожиданном изменении ключевой ставки, по сравнению с ожидаемым, сильнее меняется доходность ценных бумаг (Kuttner, 2000; Gurkaunak, 2005)
- Выбор оптимальной модели прогнозирования наиболее актуален для развивающихся стран (Лапшин, 2018)

Актуальность-2

- Резкое повышение ключевой ставки ФРС в 2022 привело к появлению нереализованных потерь у коммерческих размером в 1,7 трлн долл. США (Will Daniel, 2023)
- По данным обзора рисков финансовых рынков от ЦБ РФ (2023), на февраль 2023 года системно значимые кредитные организации выкупили 65,6% всех размещений ОФЗ и традиционно являются их основными держателями
- Прогнозы по ставке существуют, но их публикация происходит раз в месяц, и это точечные оценки
- Качественный прогноз траектории ставки во времени предоставил бы агентам ценную информацию, которая позволит снизить риски и скорректировать ожидания

Цель

- Усовершенствовать рыночный прогноз ключевой ставки на основе оценки влияния шока ДКП на рыночные ожидания ставки межбанковского рынка

Задачи-1

- Проанализировать литературу, связанную с оценкой и прогнозированием доходностей ценных бумаг. Это позволит сформировать необходимый набор моделей временной структуры, которые можно оценить на данных российского межбанковского рынка
- Провести оценки моделей временной структуры на основе данных по свопам ROISFIX ставки RUONIA. По оценённым моделям будет возможность построить прогнозные кривые доходности, которые будут отражать рыночные ожидания дальнейшей траектории ключевой ставки

Задачи-2

- Проанализировать влияние структурного шока ДКП, полученного с помощью оценки модели векторной авторегрессии, на агентские ожидания траектории ставки и параметры кривой доходности
- Оценить эталонные модели с использованием ключевых макропеременных на основе месячных данных и построить прогнозы RUONIA
- Улучшить прогнозы с помощью комбинации моделей временной структуры процентных ставок и эталонных моделей. Плюсом такого подхода будет более высокая точность и учет как рыночных ожиданий, так и макропараметров, что позволит выявить основные факторы, влияющие на ожидания и их несоответствие с фактом
- Провести сравнительный анализ моделей и результатов оценки с целью выявления наиболее точной модели

Nelson-Siegel, 1987 – постановка модели

- Доходность к погашению $R(m)$ со сроком m :

$$R(m) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) * \frac{[1 - e^{-\frac{m}{\tau}}]}{\frac{m}{\tau}} - \beta_2 * e^{-\frac{m}{\tau}}$$

- $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ – оцениваются через МНК, τ – подбираются через поиск по сетке (*grid search*)
- Коэффициент β_0 определяет поведение длинного конца кривой доходности, β_1 - короткого, β_2 - среднесрочного

Svensson, 1994

- Доходность к погашению $R(m)$ со сроком m :

$$R(m) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) * \frac{[1 - e^{-\frac{m}{\tau_1}}]}{\frac{m}{\tau_1}} - \beta_2 * e^{-\frac{m}{\tau_1}} + \beta_3 * \left[\frac{1 - e^{-\frac{t}{\tau_2}}}{\frac{m}{\tau_2}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right]$$

- Добавляются два параметра в новом слагаемом для повышения гибкости исходной модели и возможности создания «двугорбых» кривых доходностей

Работа	Цель	Предлагаемая модель
<i>McCulloch, Huston (1971, 1975)</i>	Оценка кривой доходности	Полиномиальные сплайны
<i>Vasicek, Fong (1982)</i>	Оценка кривой доходности	Экспоненциальные сплайны
<i>Nelson-Siegel (1987)</i>	Оценка кривой доходности	Новая модель временной структуры с 4 параметрами и оценкой с помощью МНК
<i>Svensson (1994)</i>	Совершенствование модели Nelson-Siegel	Модель Nelson-Siegel + новое слагаемое с 2 параметрами
<i>Diebold and Li (2006); Гамбаров (2004)</i>	Новый метод оценки Nelson-Siegel	Модель Nelson-Siegel + фильтр Калмана
<i>Michiel de Pooter et al. (2010)</i>	Комбинация прогнозов путем взвешивания	Усреднение прогнозов, полученных из оценок VAR модели на основе макроданных и Nelson-Siegel
<i>Diebold et al. (2006)</i>	Комбинация прогнозов + создание Dynamic Nelson Siegel (DNS) модели	VAR модель, построенная на основе данных макропеременных и коэффициентов модели
<i>Vereda et al. (2014)</i>	Комбинация прогнозов	Использование метода Diebold et al. 2006 + добавление идентификаций в VAR модель
<i>Jan Annaert et al. (2012)</i>	Прогнозирование EONIA	Модель Nelson-Siegel + ridge-регрессия
<i>Cumselius, Magnusson (2016)</i>	Прогнозирование LIBOR	Dynamic Nelson-Siegel model
Федоров ВКР (2024)	Прогнозирование RUONIA	Комбинация моделей VAR и временной структуры

Данные

Для оценки ожиданий 05.2011-11.2023:

- Доходности свопов ROISFIX со сроками погашения в 1 нед, 2 нед, 1 мес, 2 мес, 3 мес, 6 мес, 1 год, 2 года – дневные данные

Данные

Для идентификации шока ДКП 11.2011-11.2023:

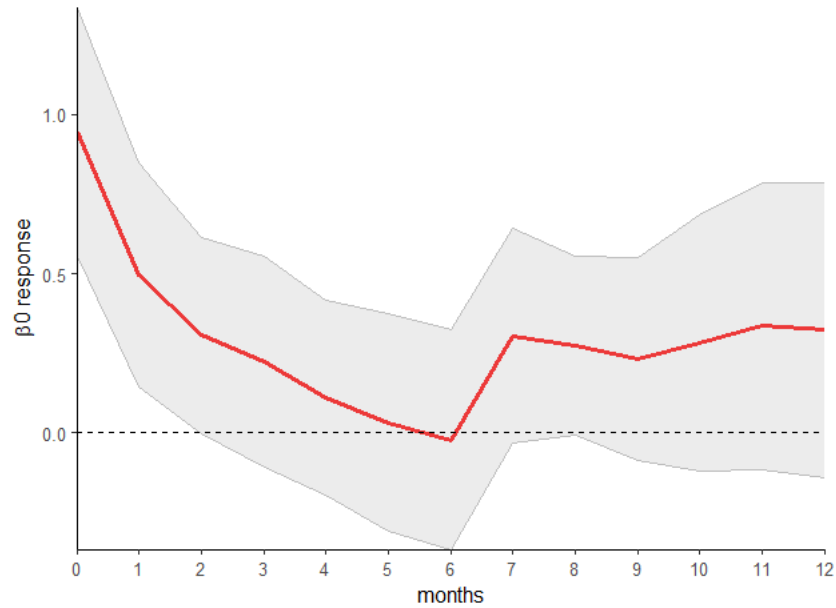
- Ставка RUONIA (R) – дневные данные
- Спред между ставками по долгосрочным кредитам и RUONIA (Spread)
- Уровень достаточности собственных средств Н1.0 (Н10) – месячные данные. Н1.0 представляет собой отношение собственных средств банка к его активам
- Темп прироста задолженности (Debt) – месячные данные

Идентификация шока ДКП

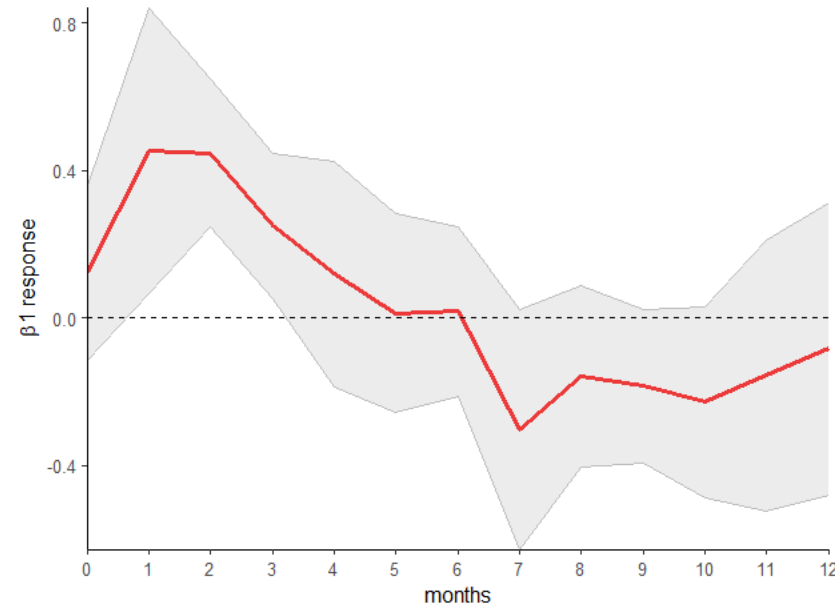
	Monetary	Capital	Demand	Supply
R	+		+	
H10	+	-	-	-
Debt	-	-	+	+
Spread	-		+	-

- Изменение требований к капиталу банков влияет на предложение кредитов Aiyar et al. 2014
- Предпосылка об экзогенности капитала - Lora and Mogan, 2012
- Ставки по долгосрочным кредитам реагируют на изменения ключевой, но не так сильно Deleidi and Levrero, 2020

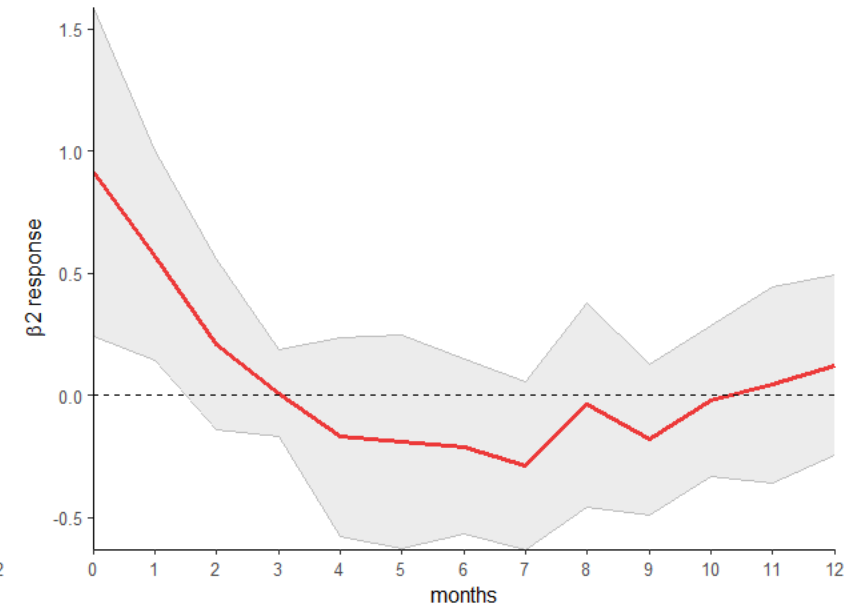
Реакции параметров кривой доходности на шок ДКП (Local projections - Jorda, 2005, 2023)



Реакция β_0

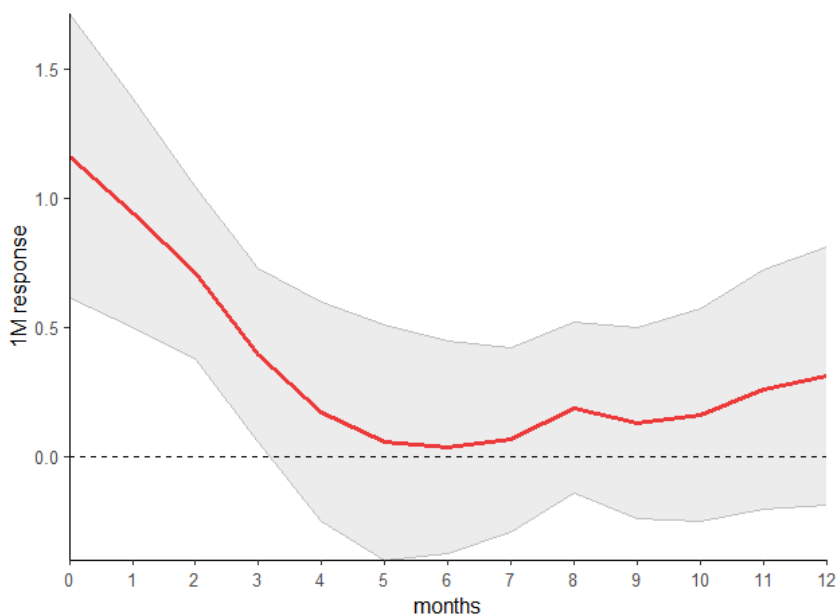


Реакция β_1

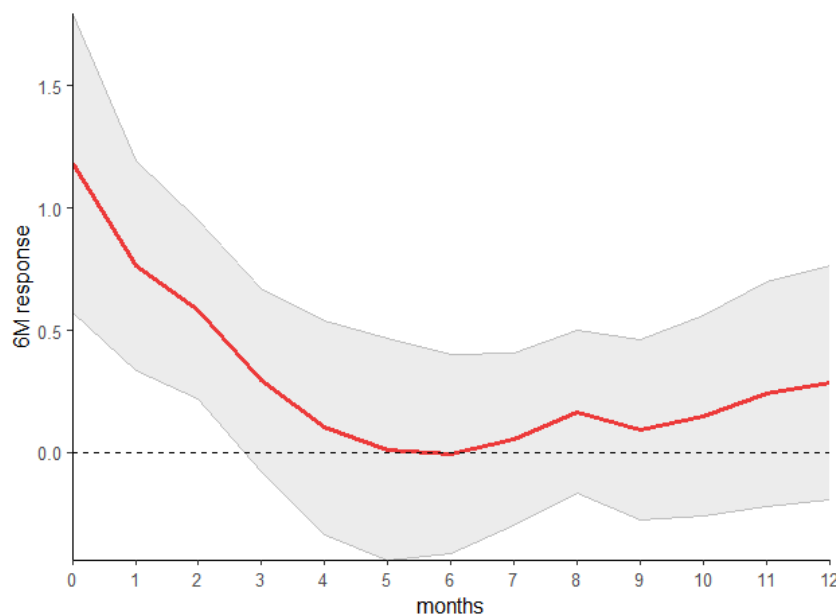


Реакция β_2

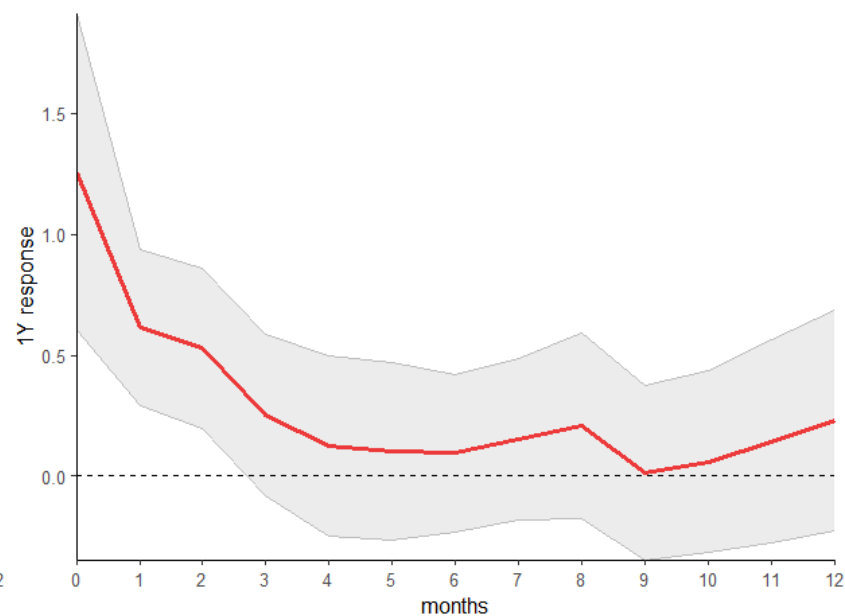
Реакции ожиданий ставки RUONIA разной степени срочности на шок ДКП (Local projections - Jorda, 2005, 2023)



Реакция 1-месячных
ожиданий



Реакция 6-месячных
ожиданий



Реакция 1-летних
ожиданий

Данные

Для оценки ожиданий **05.2011-11.2023:**

- Доходности свопов ROISFIX со сроками погашения в 1 нед, 2 нед, 1 мес, 2 мес, 3 мес, 6 мес, 1 год, 2 года – дневные данные

Для построения моделей на макропеременных **01.2011-11.2023:**

- Ставка RUONIA – дневные данные
- Темпы прироста индекса выпуска товаров и услуг к предыдущему месяцу – месячные данные
- Темпы прироста ИПЦ к предыдущему месяцу - месячные данные
- Темпы прироста спотовых цен (долл. за баррель) на нефть Urals - месячные данные
- Темпы прироста обменного курса доллара к рублю – месячные данные
- Темпы прироста госрасходов (млрд. руб.) – месячные данные
- Темп прироста задолженности – месячные данные

Оцениваемые модели

- *Random walk with drift* – случайное блуждание с дрейфом и скользящим окном в 36 месяцев
- *Random walk* – случайное блуждание
- *VAR* – векторная авторегрессия, оцененная на переменных RUONIA, ИПЦ, выпуска
- *VAR-X* – векторная авторегрессия, оцененная на переменных RUONIA, ИПЦ, выпуска и нефти (экзогенная переменная)
- *VAR-ALL* - векторная авторегрессия, оцененная на всех переменных, указанных на предыдущем слайде
- *VAR-PCA* – векторная авторегрессия, оцененная на первых трех главных компонентах общего набора данных, которые объясняют около 70% общей дисперсии
- *VAR-PCA + Svensson* – модель, прогнозы которой представляют собой среднее значение прогнозов моделей Свенссона и векторной авторегрессии «на трех главных компонентах»

Ошибки прогнозов разных горизонтов (RMSE)

Срок	1 мес.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.	7 мес.	8 мес.	9 мес.	10 мес.	11 мес.	1 год
Random walk with drift	1,465	2,242	2,788	3,124	3,375	3,573	3,764	3,972	4,190	4,391	4,021	4,715
Random walk	1,457	2,204	2,712	3,003	3,203	3,345	3,476	3,620	3,769	3,896	3,983	4,068
ARIMA	1,716	2,539	3,134	3,403	3,606	3,742	3,863	3,994	4,130	4,254	4,307	4,395
VAR	1,535	2,479	3,194	3,567	3,851	4,050	4,211	4,372	4,512	4,646	4,721	4,781
VAR-X	1,554	2,542	3,320	3,743	4,061	4,281	4,456	4,642	4,792	4,938	5,018	5,081
VAR ALL	1,571	2,526	3,256	3,656	3,957	4,188	4,410	4,642	4,800	4,946	5,046	5,136
VAR-PCA	1,500	2,275	2,772	3,014	3,185	3,292	3,388	3,488	3,599	3,691	3,747	3,792
Nelson-Siegel	1,400	2,123	2,646	2,945	3,161	3,321	3,446	3,566	3,689	3,855	3,910	4,011
Svensson	1,366	2,064	2,583	2,852	3,054	3,214	3,336	3,330	3,552	3,666	3,757	3,867
VAR-PCA + Svensson	1,418	2,145	2,646	2,897	3,079	3,208	3,313	3,413	3,518	3,617	3,686	3,760
Число прогнозов	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69

Источник: расчеты авторов

Текущие выводы

- Шок ДКП влияет на параметры кривой доходности, то есть траекторию ожиданий ставки RUONIA
- Положительный шок ДКП (ужесточение) ведет к росту ожиданий ставки всех горизонтов
- Комбинация прогнозов модели временной структуры и VAR модели, оцененной на макропеременных, обладает большей предсказательной силой на дальних горизонтах по сравнению со всеми остальными рассмотренными моделями

Что дальше?

- Построить комбинированные прогнозы через взвешивание по ошибке (Michiel de Pooter et al., 2010)
- Оценить VAR модель на основе макропеременных и параметров модели Нельсона-Сигеля и построить прогнозы (Diebold et al. 2006)
- Сопоставить ошибки прогнозов, дополнить выводы

Дополнительно:

- Построить прогнозы на основе BVAR моделей
- Для векторных авторегрессий с экзогенной переменной для нефти подобрать более точную модель

Список литературы-1

- Авдеева О.А., Цыплаков А.А. «Метод адаптивного оценивания срочной структуры процентных ставок» Экономический журнал ВШЭ. Т. 19. № 4. С. 609–639 (2015)
- Корнев К.В. «Оценка кривых временной структуры процентных ставок российского рынка облигаций различных групп кредитного риска». Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки, vol. 10, iss. 1, pp. 119–132. (2010)
- Лапшин В.А., Терещенко М.Ю. «Выбор модели срочной структуры процентных ставок на основе ее свойств» Journal of Corporate Finance Research/Корпоративные финансы №2 Том 16 (2018)
- Belsley, D.A. «Conditioning Diagnostics – Collinearity and Weak Data in Regression», Wiley Series in Probability and mathematical Statistics, (1991)
- Aiyar S., Calomiris C. W., Wieladek T. Does macro-prudential regulation leak? Evidence from a UK policy experiment //Journal of Money, Credit and Banking. – 2014. – Т. 46. – №. s1. – С. 181-214.
- Alan S. Blinder, Michael Ehrmann, Marcel Fratzscher, Jakob De Haan, David-Jan Jansen « Central Bank Communication And Monetary Policy: A Survey Of Theory And Evidence» Journal of Economic Literature Vol. 46, No. 4 (pp. 910-45), December 2008
- Deleidi M, Levrero ES. Monetary policy and long-term interest rates: Evidence from the U.S. economy. Metroeconomica. 2021; 72: 121–147. <https://doi.org/10.1111/meca.12313>

Список литературы-2

- Diebold, F. X. and Li, C., «Forecasting the Term Structure of Government Bond Yields», *Journal of Econometrics*, Vol. 130 337-364 (2006)
- Ding M. Analyzing China's Term Structure of Interest Rates Using VAR and Nelson-Siegel Model // *Journal of Mathematical Finance*. – 2020. – Т. 10. – №. 2. – С. 242-254.
- Durand, David. «Basic yields of corporate bonds, 1900-1942». Technical Paper no. 3. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research. (1942).
- Fabozzi, F. J., Martellini, L. And Priaulet, P., «Predictability in the Shape of the Term Structure of Interest Rates», *Journal of Fixed Income*, Vol. 15, No. 1 (June 2005) 40-53
- Refet S. Gurkaynak, Brian Sack and Eric T. Swanson «Do Actions Speak Louder Than Words? The Response of Asset Prices to Monetary Policy Actions and Statements» *International Journal of Central Banking* May (2005)
- Jan Annaert, Anouk G. P. Claes, Marc J. K. de Ceuster, Hairui Zhang «Estimating the Yield Curve Using the Nelson-Siegel Model: A Ridge Regression Approach», *International Review of Economics & Finance*, Forthcoming (May 8, 2012)

Список литературы-3

- Jordà Ò. Estimation and inference of impulse responses by local projections //American economic review. – 2005. – Т. 95. – №. 1. – С. 161-182.
- Jordà Ò. Local Projections for Applied Economics //Annual Review of Economics. – 2023. – Т. 15. – С. 607-631.
- Stefanie Kleimeier, Harald Sander «Expected versus unexpected monetary policy impulses and interest rate pass-through in euro-zone retail banking markets» Journal of Banking & Finance Volume 30, Issue 7, Pages 1839-1870, (July 2006)
- Kenneth N. Kuttner «Monetary Policy Surprises and Interest Rates: Evidence from the Fed Funds Futures Market» Federal Reserve Bank of New York. February 10, 2000
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., and Li, W., «Applied Linear Statistical Models (5th Edition)», McGraw-Hill, (2004)
- McCulloch, J.Huston. «Measuring the Term Structure of Interest Rates». Journal of Business, vol. 44, no. 1, pp. 19–31. (1971)
- McCulloch, J. Huston. «The tax-adjusted yield curve». Journal of Finance 30: 811-29. (1975)

Список литературы-4

- Nelson, C., and Siegel, A. F., «Parsimonious Modeling of Yield Curves», *Journal of Business*, Vol. 60 (October 1987), 473-489
- Svensson, L. E. O., «Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992-1994», *IMF Working Paper*, WP/94/114 1-49. (September 1994)
- Svensson, L. E. O., «Estimating the Term Structure of Interest Rates for Monetary Policy Analysis», *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 98 (1996), 163-183
- Timmermann, A. (2006), *Forecast Combinations*, in G. Elliot, C. Granger, and A. Timmermann (eds.), *Handbook of Economic Forecasting*, North-Holland, 135-196.
- Vasicek, O.A., and Fong, H.G. «Term Structure Modeling Using Exponential Splines». *The Journal of Finance*, vol. 37, no. 2, pp. 339–348. (1982)
- Luciano Vereda, Hélio Lopes, Jessica Kubrusly, Adrian Pizzinga «Yield Curve Forecasts and the Predictive Power of Macro Variables in a VAR Framework» *Journal of Reviews on Global Economics*, 377-393 (2014)

Список литературы-5

- Обзор рисков финансовых рынков – Банк России, февраль 2023
- Среднесрочный прогноз Банка России по итогам заседания Совета директоров по ключевой ставке 21 июля 2023 год
- Will Daniel <https://fortune.com/2023/03/23/banks-unrealized-losses-nearly-2-trillion-treasuries-mortgage-backed-securities/>
- <https://www.federalreserve.gov/releases/h8/20230106/>

Приложение

Теория

- Спот-ставка $s(m)$ – значение доходности к погашению бонда с нулевым купоном через m лет. $f(m, M)$ отражает значение доходности к погашению «с расчётом через m лет к сроку M при условии $m < M$ ». Тогда мгновенная форвардная ставка с расчётом на m лет определяется формулой:

$$r(m) = \lim_{M \rightarrow m} f(m, M)$$

- Доходность к погашению – это усреднённое значение всех мгновенных ставок
- Текущая цена актива P :

$$P = \sum_i \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

- CF – денежный поток, r – доходность к погашению

Первые работы по моделированию доходности

- McCulloch, Huston (1971, 1975) - полиномиальные сплайны
- Vasicek, Fong (1982) – экспоненциальные сплайны
- Shea (1984) – полиномиальные и экспоненциальные сплайны имеют недостатки, связанные с гладкостью и параметрами

Nelson-Siegel, 1987 – постановка модели

- $r(m)$ – мгновенная форвардная ставка со сроком погашения m

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 * e^{-\frac{m}{\tau}} + \beta_2 * \frac{m}{\tau} * e^{-\frac{m}{\tau}}$$

- $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ – оцениваются через МНК, τ – подбираются через поиск по сетке (*grid search*)
- Коэффициент β_0 определяет поведение длинного конца кривой доходности, β_1 - короткого, β_2 - среднесрочного

Nelson-Siegel, 1987 – оценка

- Nelson-Siegel, 1987 – обычный МНК
- Jan Annaert et al., 2012 – МНК + ridge-регрессия
- Diebold and Li, 2006; Гамбаров, 2004 – использование фильтра Кальмана

Комбинирование прогнозов (Michiel de Pooter et al., 2010)

- VAR-модели включают в себя доходности других ценных бумаг
- Модели срочной структуры (NS, NSS) строятся на основе доходности одной ценной бумаги
- Итоговый прогноз = $\alpha * Forecast_{var} + (1 - \alpha) * Forecast_{NSS}$
- $Forecast_{var}$ - прогнозная кривая доходности, построенная с помощью VAR-модели
- $Forecast_{NSS}$ - прогнозная кривая доходности, построенная с помощью модели срочной структуры

Веса (Michiel de Pooter et al., 2010)

α_i — вес прогноза i -й модели, $\alpha_i \geq 0$, $\sum_{i=1}^M \alpha_i = 1$, M -число моделей

Веса в Michiel de Pooter et al. (2010):

- Прогнозам всех моделей присваивается одинаковый вес
- Веса обратно пропорциональны ошибкам прогноза:

$$\alpha_i = \frac{1/MSPE_i}{\sum_{j=1}^M \frac{1}{MSPE_j}}$$

$MSPE_i$ — средняя квадратическая ошибка прогноза i -й модели

Diebold et al., 2006 – VAR-NS модель и IRF

$$R(m) = L + S * \frac{[1 - e^{-\frac{m}{\tau}}]}{\frac{m}{\tau}} + C * \left(\frac{[1 - e^{-\frac{m}{\tau}}]}{\frac{m}{\tau}} - e^{-\frac{m}{\tau}} \right)$$

Постановка Diebold et al. (2006):

- $R(m)$ – доходность к погашению со сроком m
- $L = \beta_0$ - уровень/сдвиг
- $S = \beta_1$ - наклон
- $C = \beta_2$ - кривизна

Diebold et al., 2006 – VAR-NS модель

$$f_t = Af_{t-1} + \eta_t$$

- $f_t = (L_t, S_t, C_t, CU_t, FFR_t, INFL_t)$
- $L = \beta_0$ - уровень/сдвиг
- $S = \beta_1$ - наклон
- $C = \beta_2$ - кривизна
- CU – производственные мощности
- FFR – ставка ФРС
- $INFL$ - инфляция

Vereda et al., 2014

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_t \\ \beta_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha^z \\ \alpha^\beta \end{bmatrix} + \sum_{k=1}^K \begin{bmatrix} A_k & B_k \\ C_k & D_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_{t-k} \\ \beta_{t-k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_t^z \\ \epsilon_t^\beta \end{bmatrix}$$

- $z_t = [\pi_t \ x_t \ r_t]$, π_t -инфляция, x_t - мера экономической активности, r_t -ставка
- $\beta_t = [\beta_{0,t} \ \beta_{1,t} \ \beta_{2,t}]$ - коэффициенты модели NS
- $\begin{bmatrix} \epsilon_t^z \\ \epsilon_t^\beta \end{bmatrix}$ - случайная ошибка

Vereda et al., 2014 – идентификации (1)

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_t \\ \beta_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha^Z \\ \alpha^\beta \end{bmatrix} + \sum_{k=1}^K \begin{bmatrix} A_k & B_k \\ C_k & D_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{t-k} \\ \beta_{t-k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_t^Z \\ \epsilon_t^\beta \end{bmatrix}$$

- 1. $B = 0, A = D = I$** (шоки параметров NS не оказывают мгновенного влияния на макропеременные)
- 2. $B = C = 0, A = D = I$** (параметры NS и макропеременные не оказывают мгновенного влияния друг на друга)
- 3. $B = B_1 = \dots = B_K = 0, A = D = I$** (шоки параметров NS не оказывают влияния на макропеременные)

Vereda et al., 2014 – идентификации (2)

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_t \\ \beta_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha^z \\ \alpha^\beta \end{bmatrix} + \sum_{k=1}^K \begin{bmatrix} A_k & B_k \\ C_k & D_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_{t-k} \\ \beta_{t-k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_t^z \\ \epsilon_t^\beta \end{bmatrix}$$

$$4. B = 0, A = D = I, C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & c_{13} \\ 0 & 0 & c_{23} \\ 0 & 0 & c_{33} \end{bmatrix}, C_k = \begin{bmatrix} 0 & 0 & c_{13}^k \\ 0 & 0 & c_{23}^k \\ 0 & 0 & c_{33}^k \end{bmatrix}$$

(шоки параметров NS не оказывают мгновенного влияния на макропеременные, при этом параметры NS реагируют только на шоки ставки)

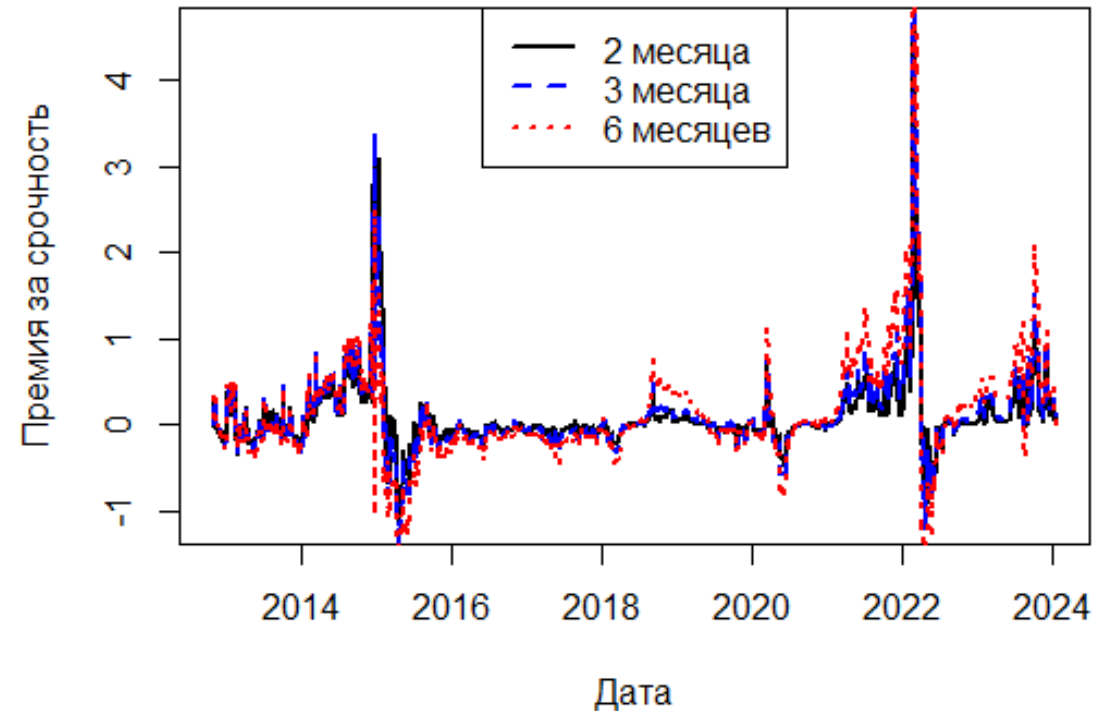
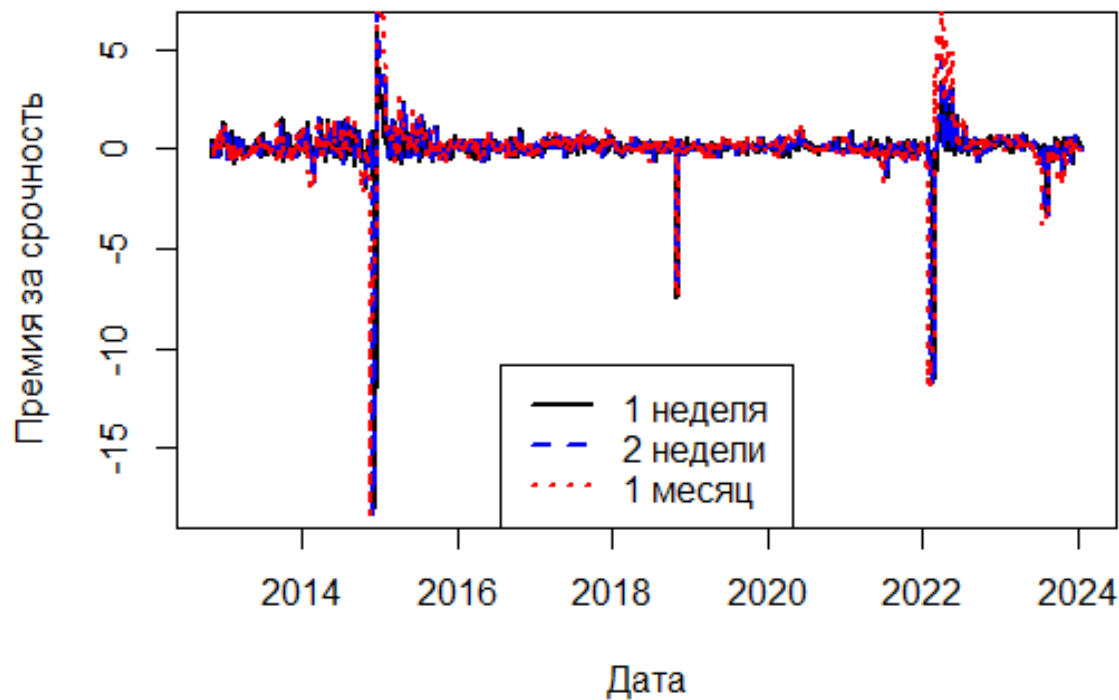
$$5. B = B_1 = \dots = B_K = 0, A = D = I, C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & c_{13} \\ 0 & 0 & c_{23} \\ 0 & 0 & c_{33} \end{bmatrix}, C_k = \begin{bmatrix} 0 & 0 & c_{13}^k \\ 0 & 0 & c_{23}^k \\ 0 & 0 & c_{33}^k \end{bmatrix}$$

(3-я + 4-я идентификации)

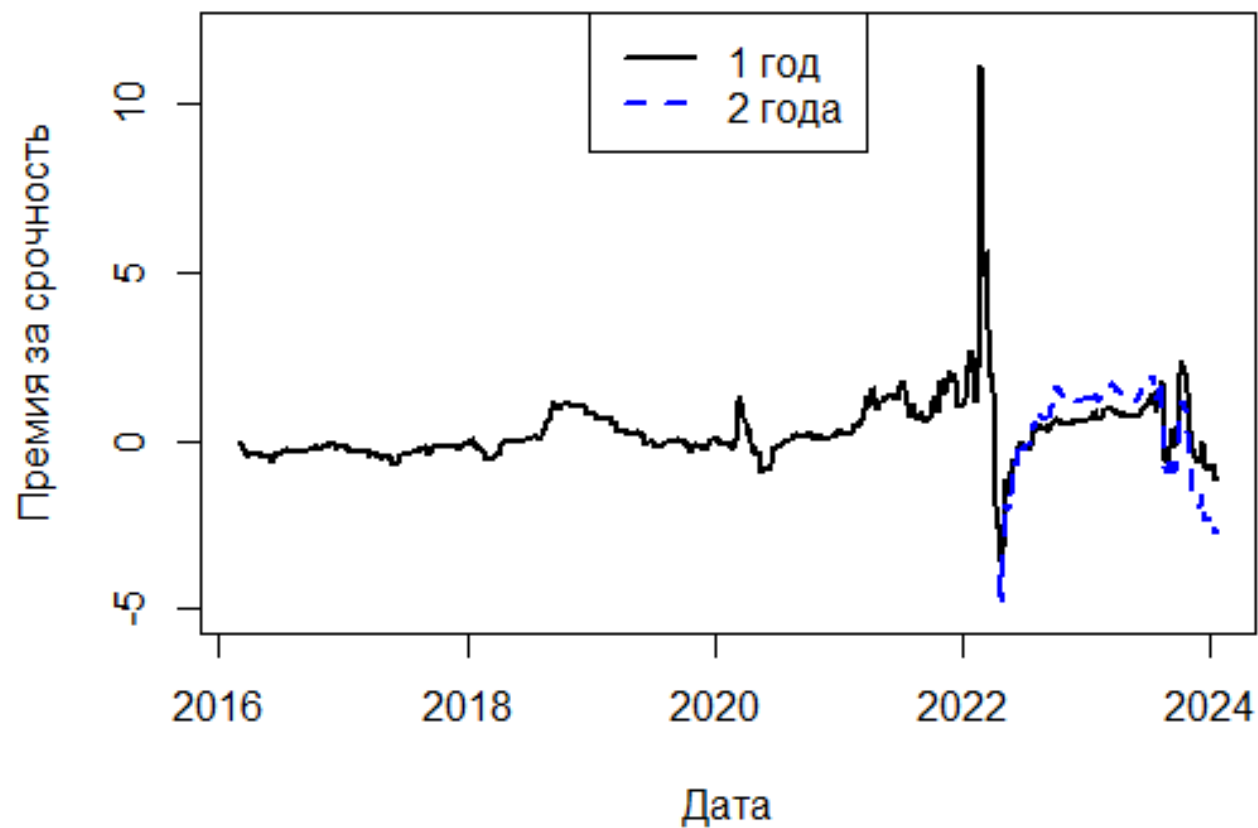
Премия за срочность

- «На протяжении многих лет наблюдалось, что процентные ставки выше для долгосрочных инструментов... Разница между реальными ожиданиями по краткосрочным ставкам и наблюдаемой доходностью называется премией за срочность» - [Ralph Sueppel \(2016\)](#)
- «Премия за срок – это сумма, на которую доходность долгосрочных облигаций превышает доходность краткосрочных облигаций. Эта премия отражает сумму, которую инвесторы ожидают получить в качестве компенсации за кредитование на более длительные сроки» – [FRED \(2019\)](#)

Премия за срочность – короткие и средние сроки



Премия за срочность – длинные сроки



Премия за срочность - расчеты

Срок	1 нед.	2 нед.	1 мес.	2 мес.	3 мес.	6 мес.	1 год	2 года
р-значение теста Дики-Фулера	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.0486
Среднее значение премии за срочность, п.п.	0.057	0.059	0.064	0.095	0.108	0.139	0.265	0.340

Риск-нейтральные ожидания

$$RNE_t^m = ROIS_t^m - TP_m$$

- RNE_t^m - риск-нейтральные ожидания ставки RUONIA в момент времени t на m периодов вперёд
- $ROIS_t^m$ - фактическая доходность свопа ROISFIX в момент времени t со сроком погашения через m периодов
- TP_m - среднее значение премии за срочность для свопов со сроком погашения m

Оценка моделей временной структуры

- Приведение дневных доходностей (скорректированные на премию за срочность) свопов с разными сроками погашения к месячным через усреднение
- Оценка моделей Нельсона-Сигеля и Свенссона на месячных данных
- Извлечение месячных значений параметров кривой доходности

Построение функций импульсного отклика с помощью Local Projections

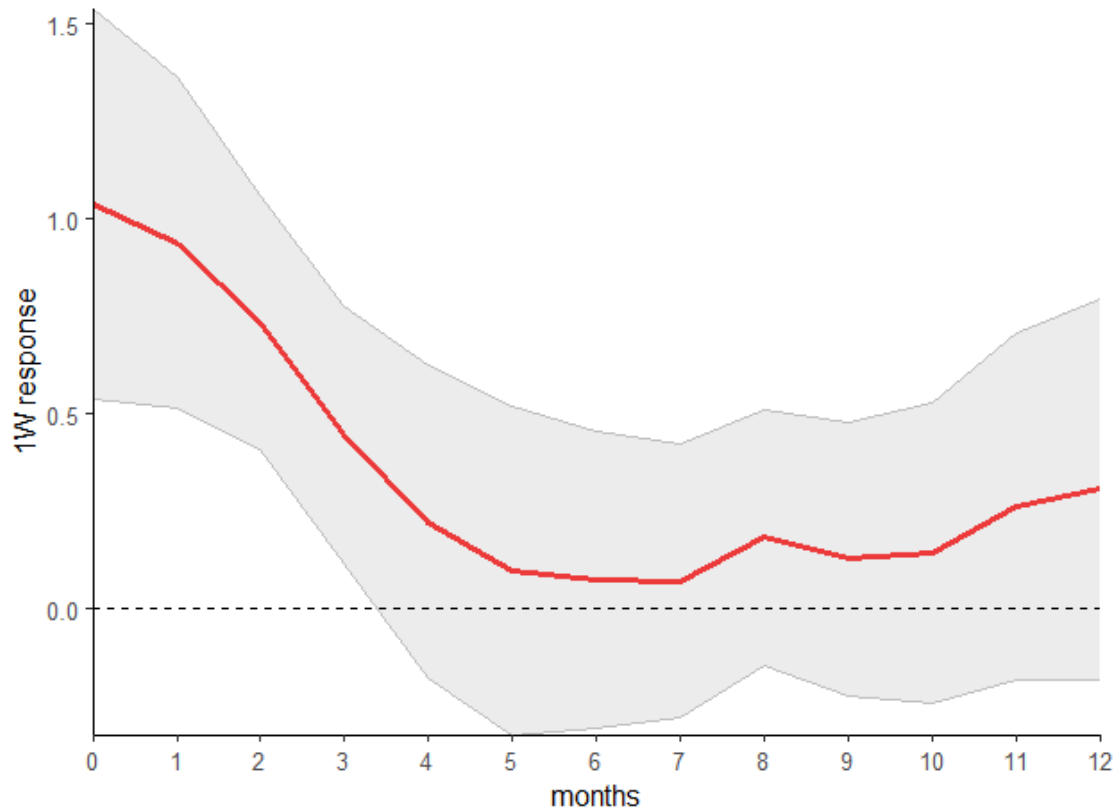
Jorda (2005, 2023):

$$y_{t+h} = \alpha_h + \beta_h * \epsilon_t + x_{t+h} + \eta_{t+h}$$

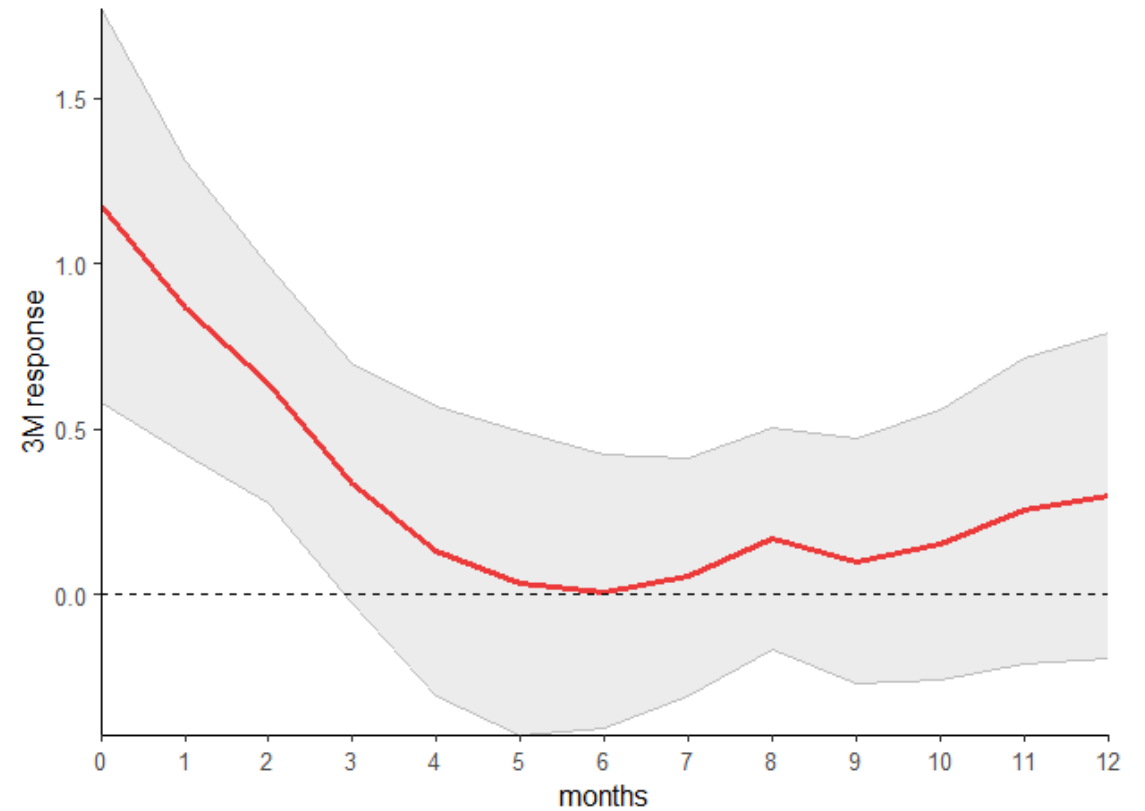
- y_{t+h} - интересующая переменная в период $t + h$
- ϵ_t - структурный шок в период t
- x_{t+h} - контрольные переменные
- η_{t+h} - случайная ошибка

Коэффициент $\widehat{\beta}_h$ является оценкой реакции переменной y на шок ϵ спустя h периодов, при этом $h = \{0, 1, 2, 3 \dots\}$

Реакция 1-недельных и 3-месячных ожиданий на шок ДКП

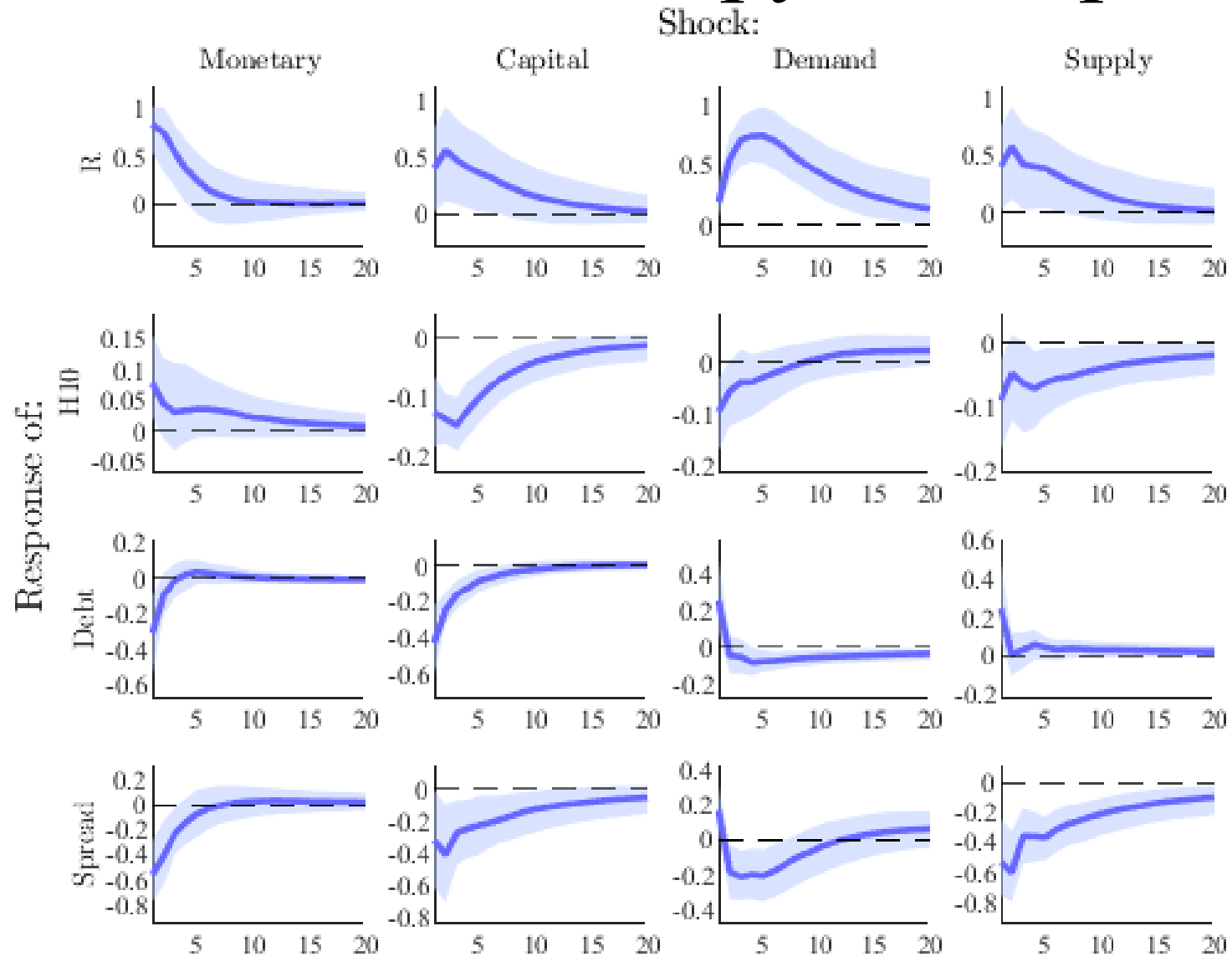


Реакция 1-недельных
ожиданий



Реакция 3-месячных
ожиданий

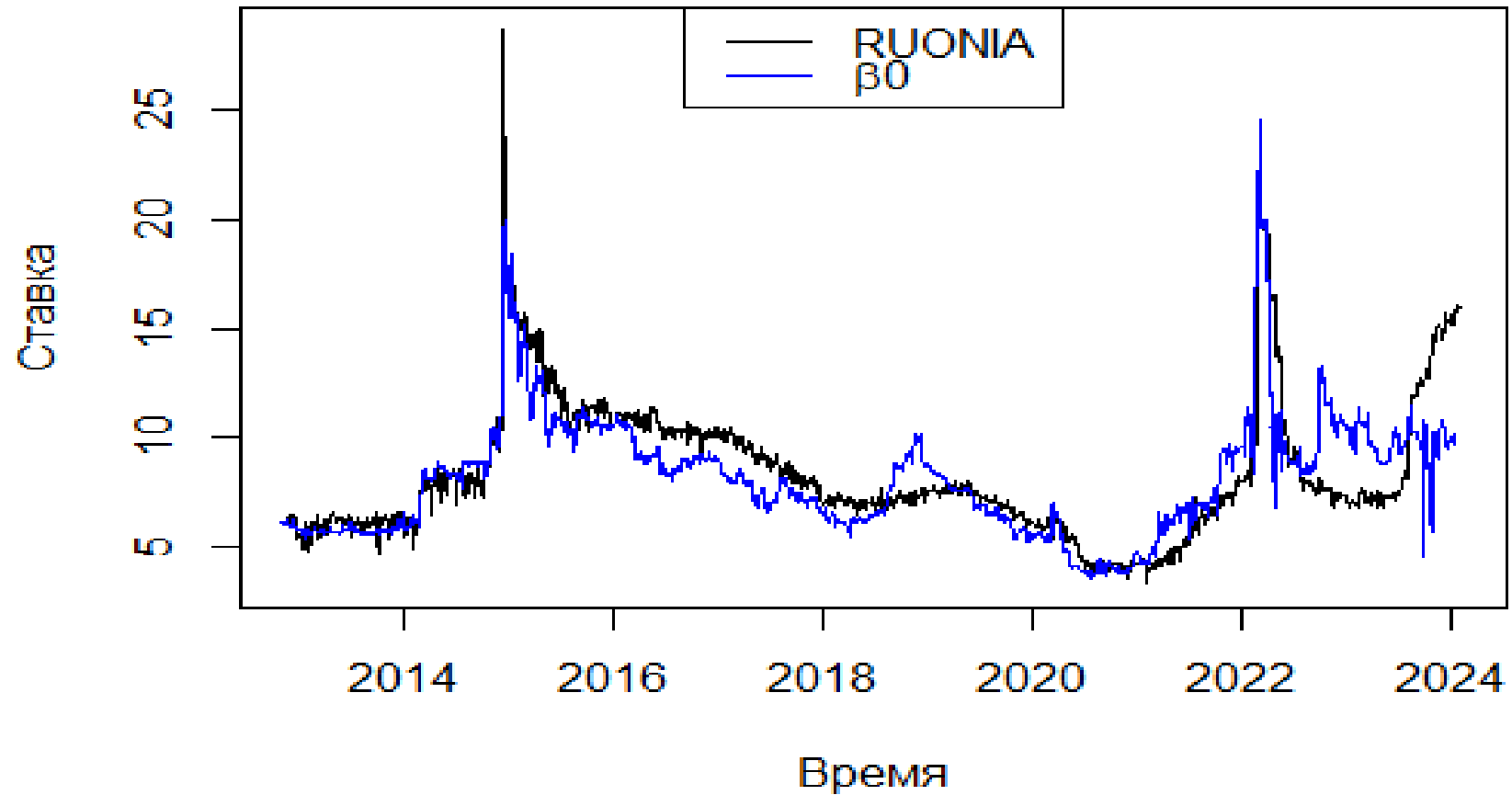
Импульсные отклики других переменных



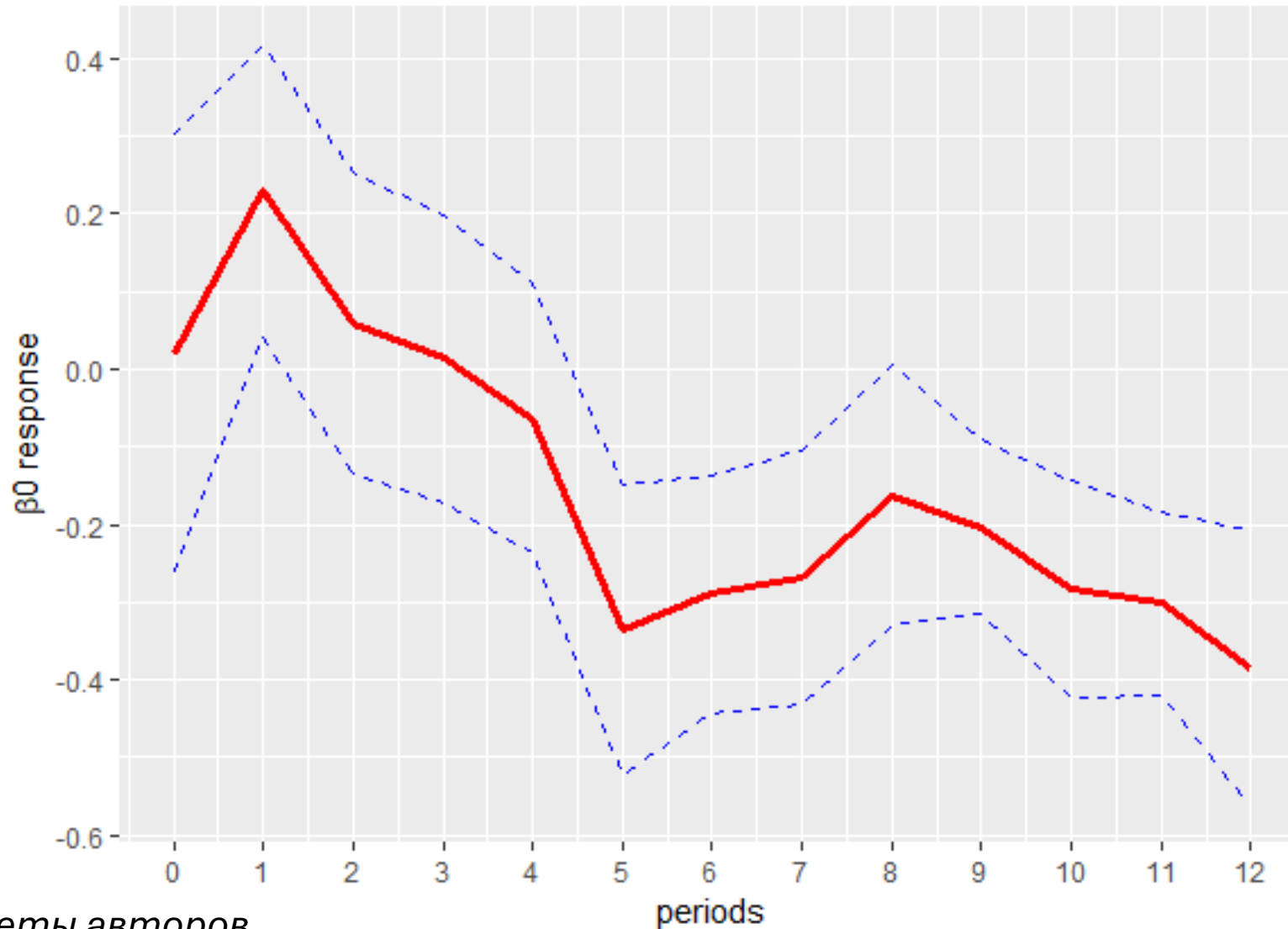
Первоначальная идентификация

	Monetary	Demand	Supply
RUO	+	+	
GDP	-	+	+
CPI	-	+	-

Графики β_0 и RUONIA

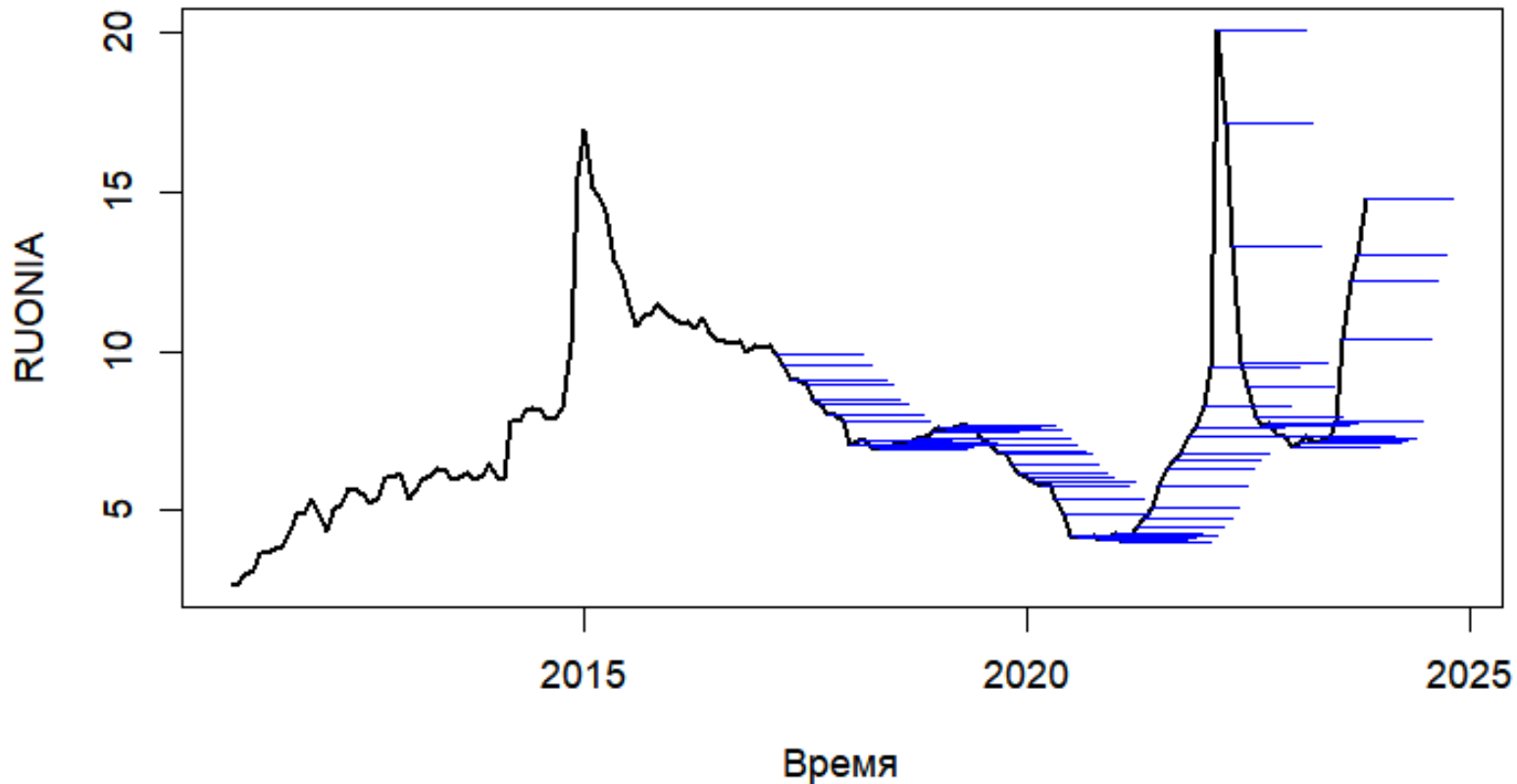


Реакция β_0 на шок ДКП



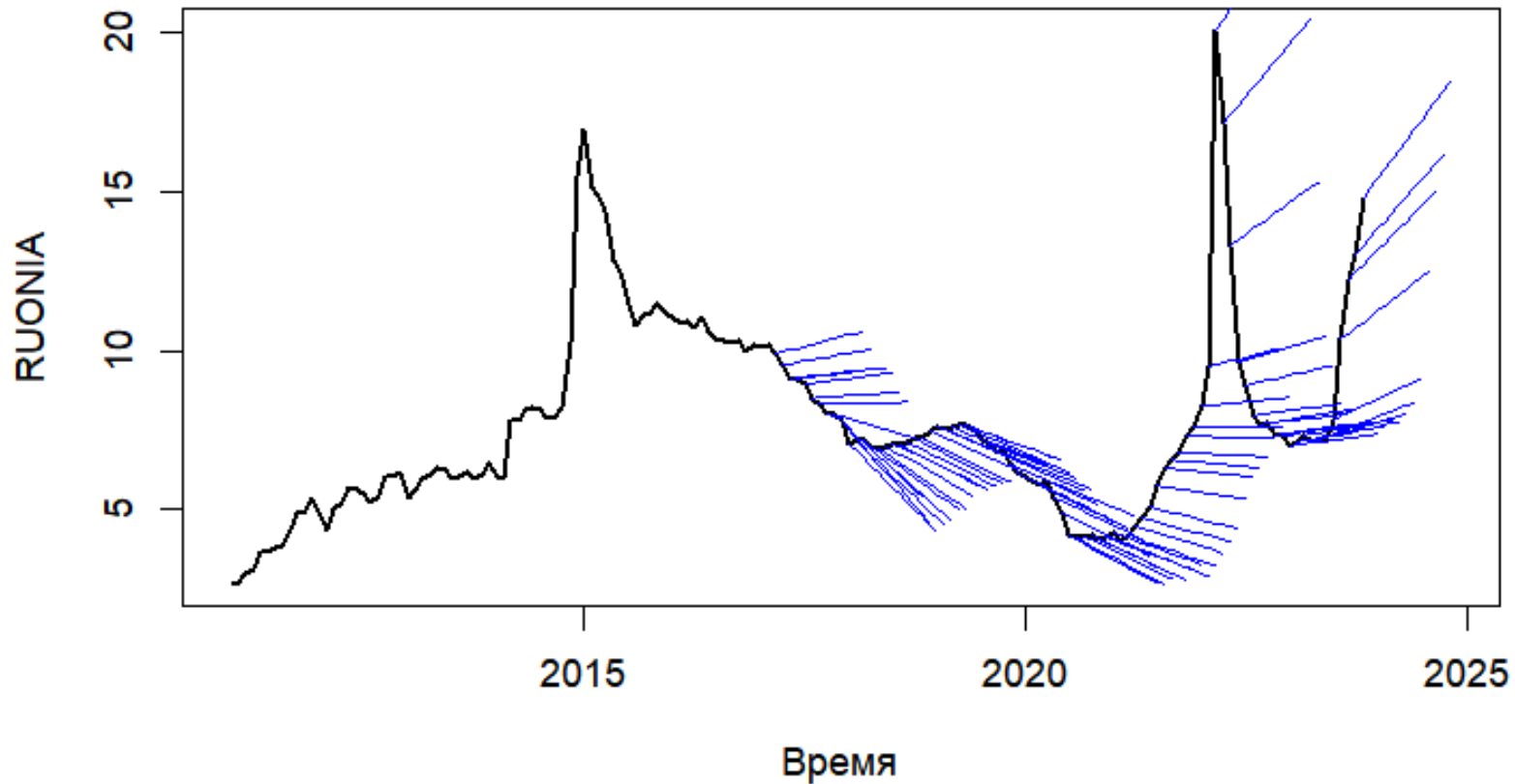
Прогнозы

Случайное блуждание без дрифта



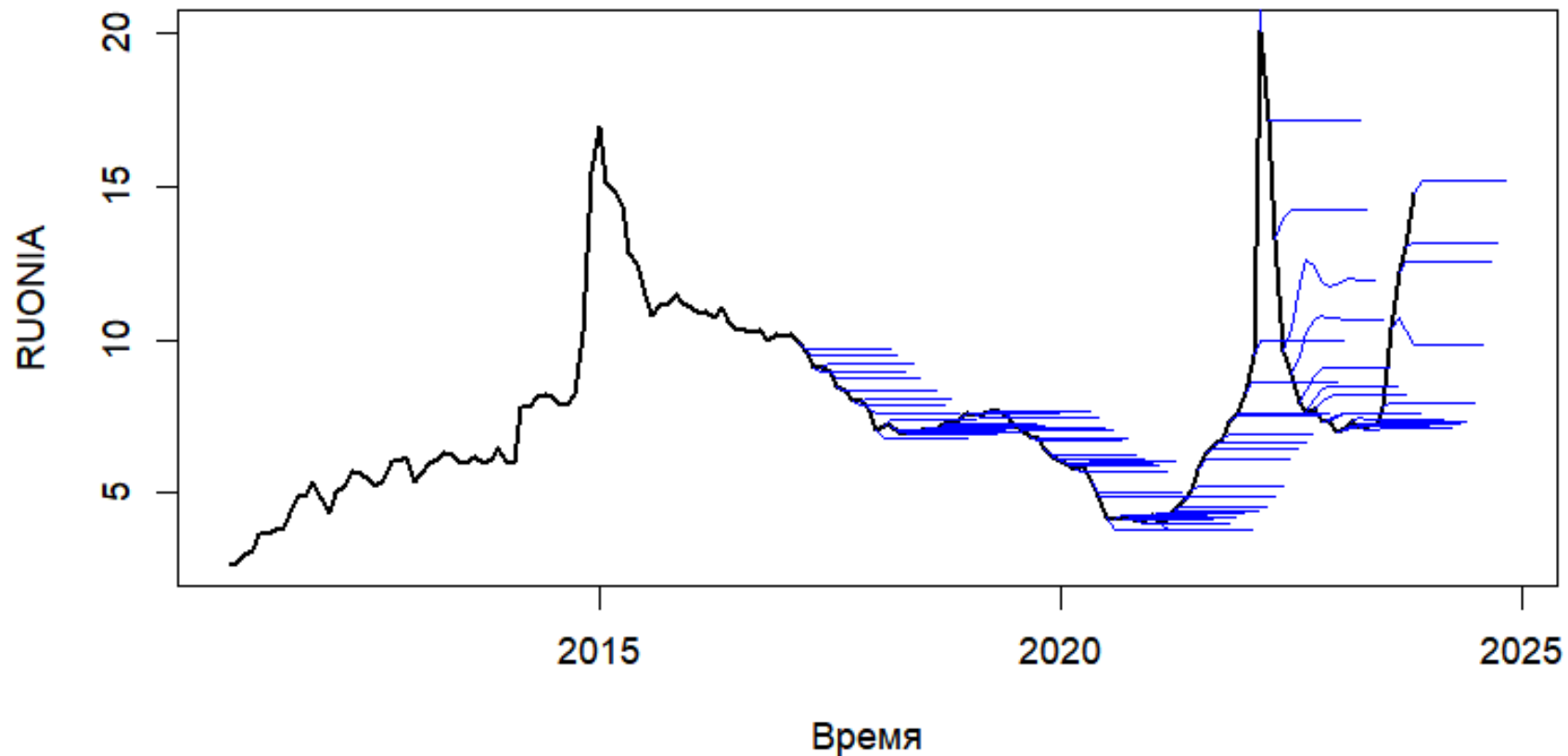
*Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени
Источник: расчеты авторов*

Случайное блуждание с дрейфом



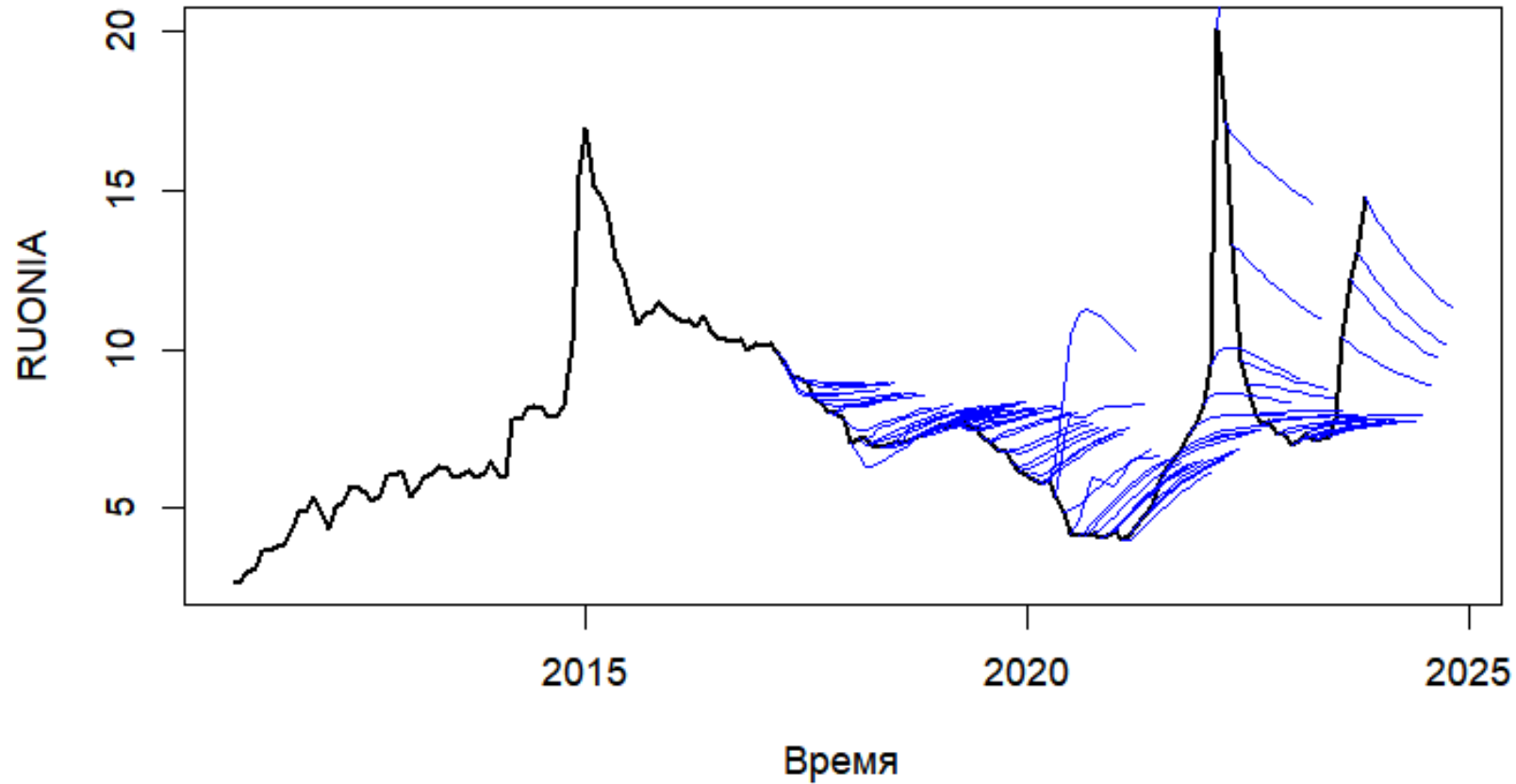
*Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени
Источник: расчеты авторов*

ARIMA



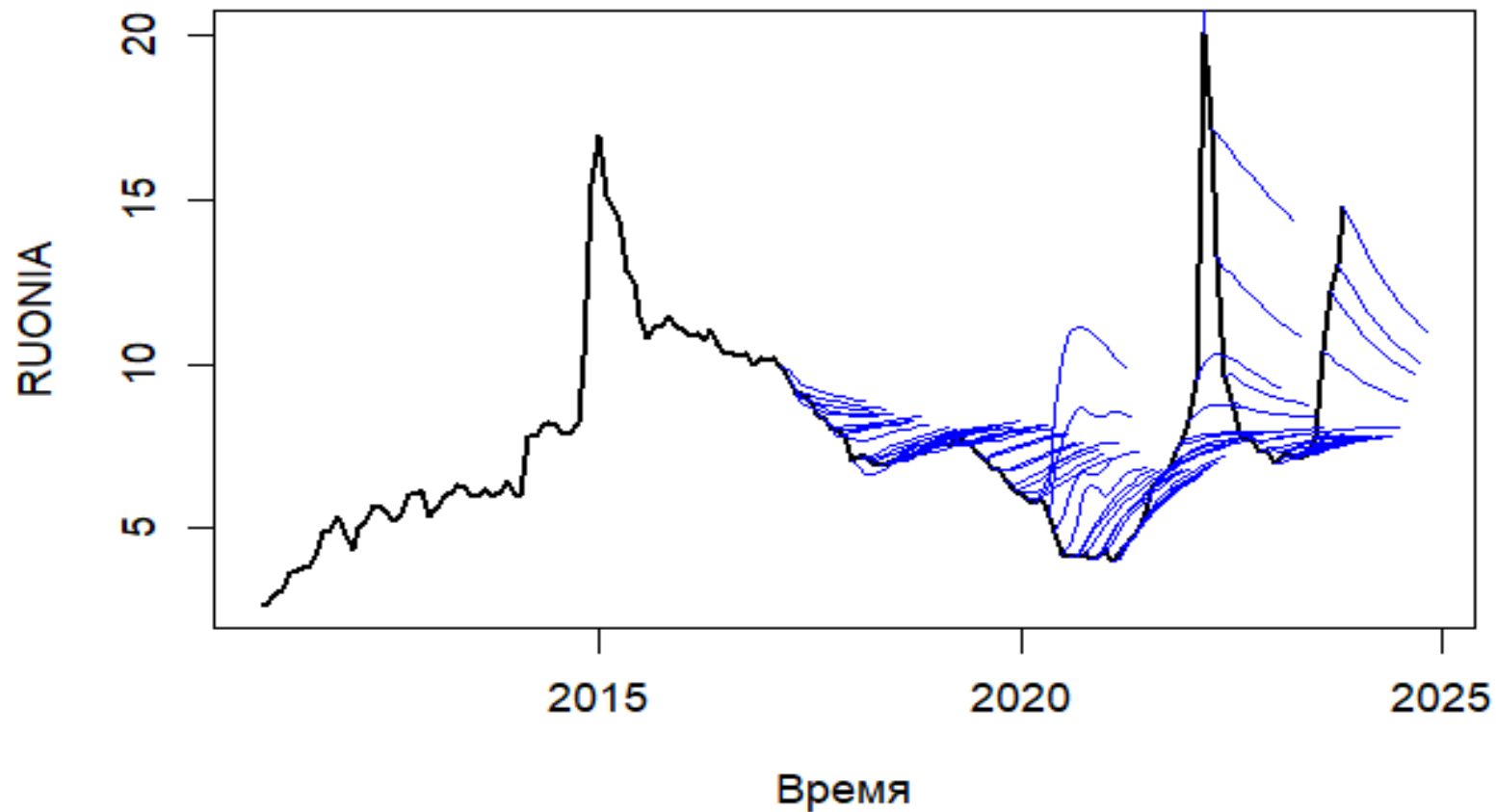
*Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени
Источник: расчеты авторов*

VAR



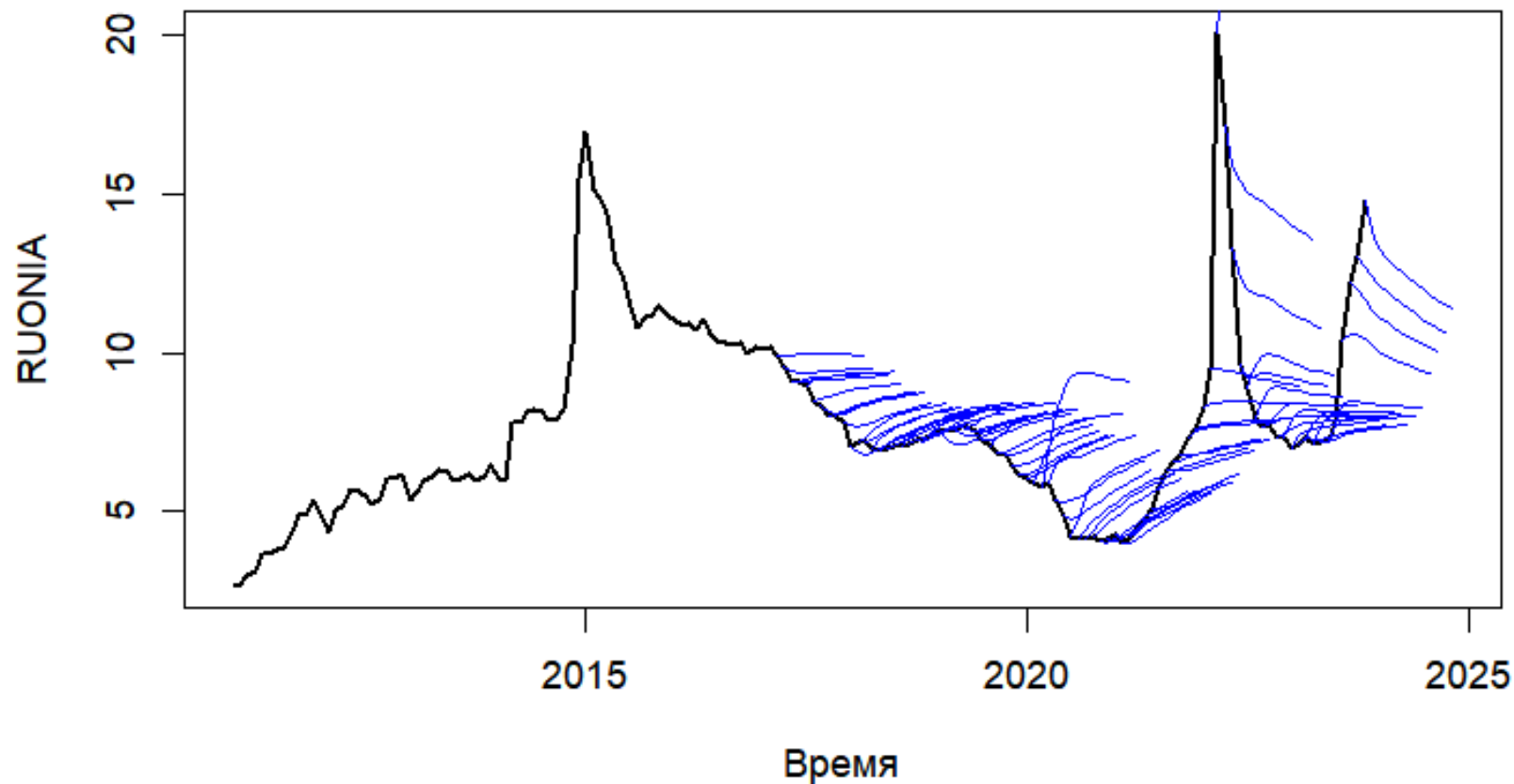
*Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени
Источник: расчеты авторов*

VAR-X



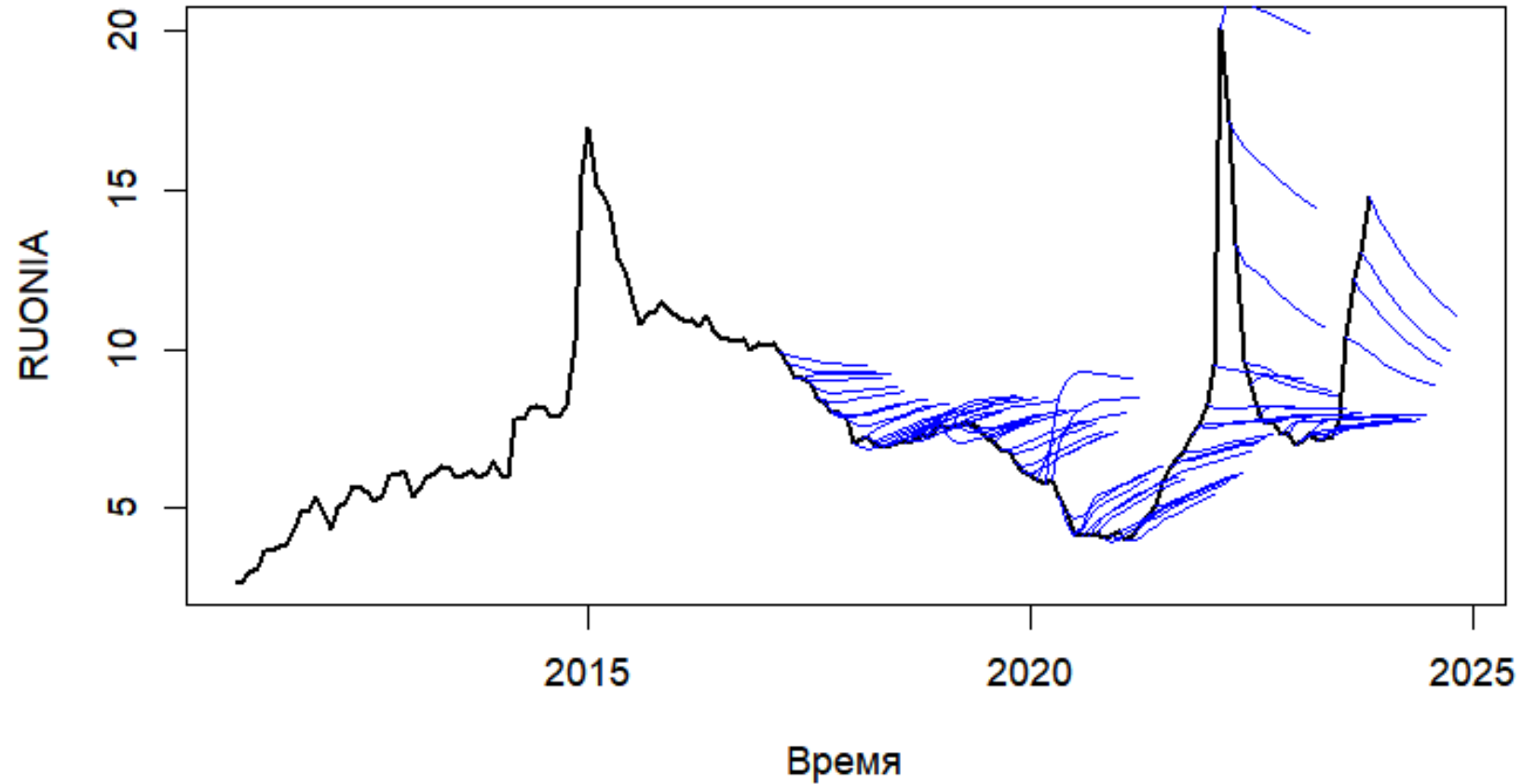
*Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени
Источник: расчеты авторов*

VAR-ALL



*Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени
Источник: расчеты авторов*

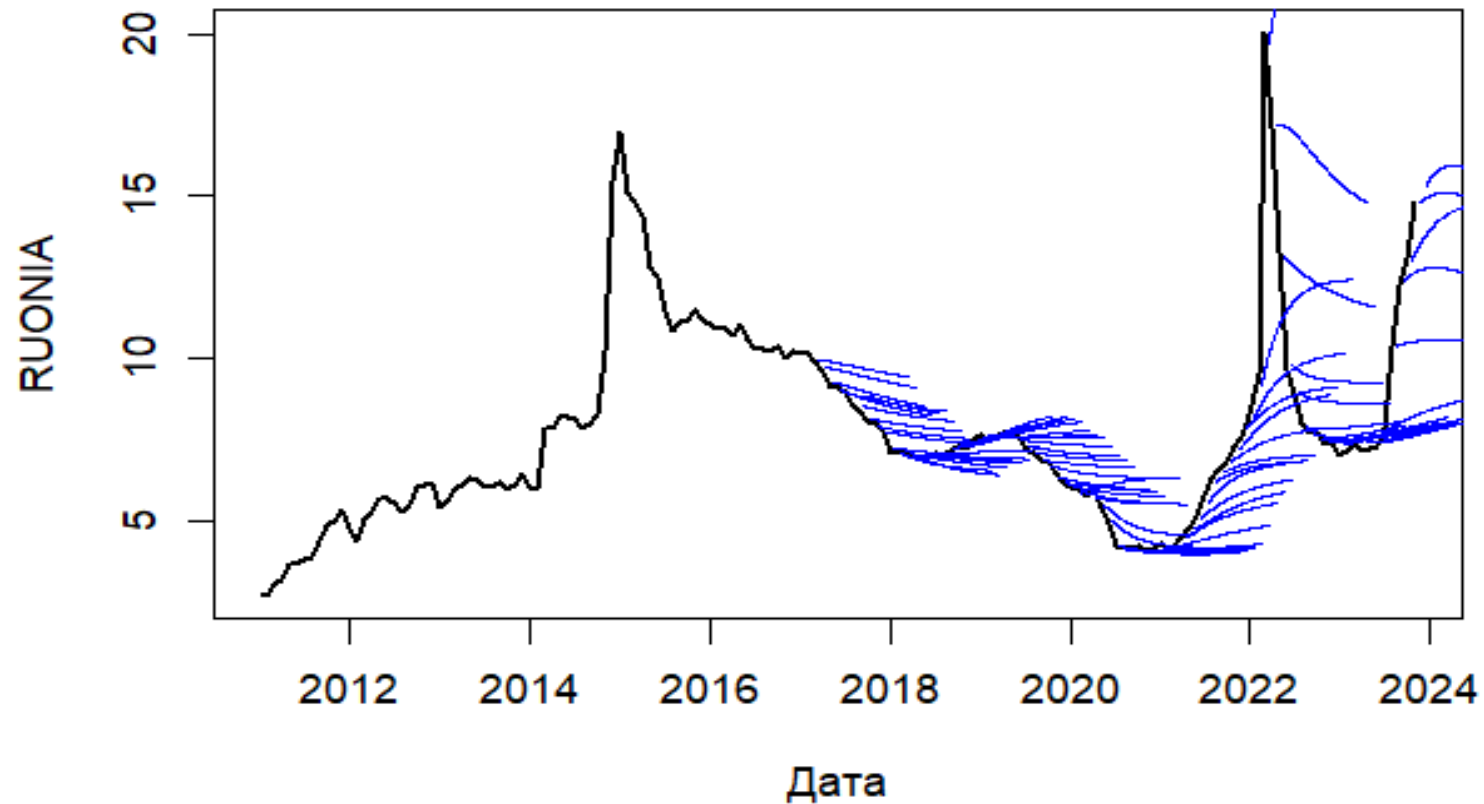
VAR-PCA



Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени

Источник: расчеты авторов

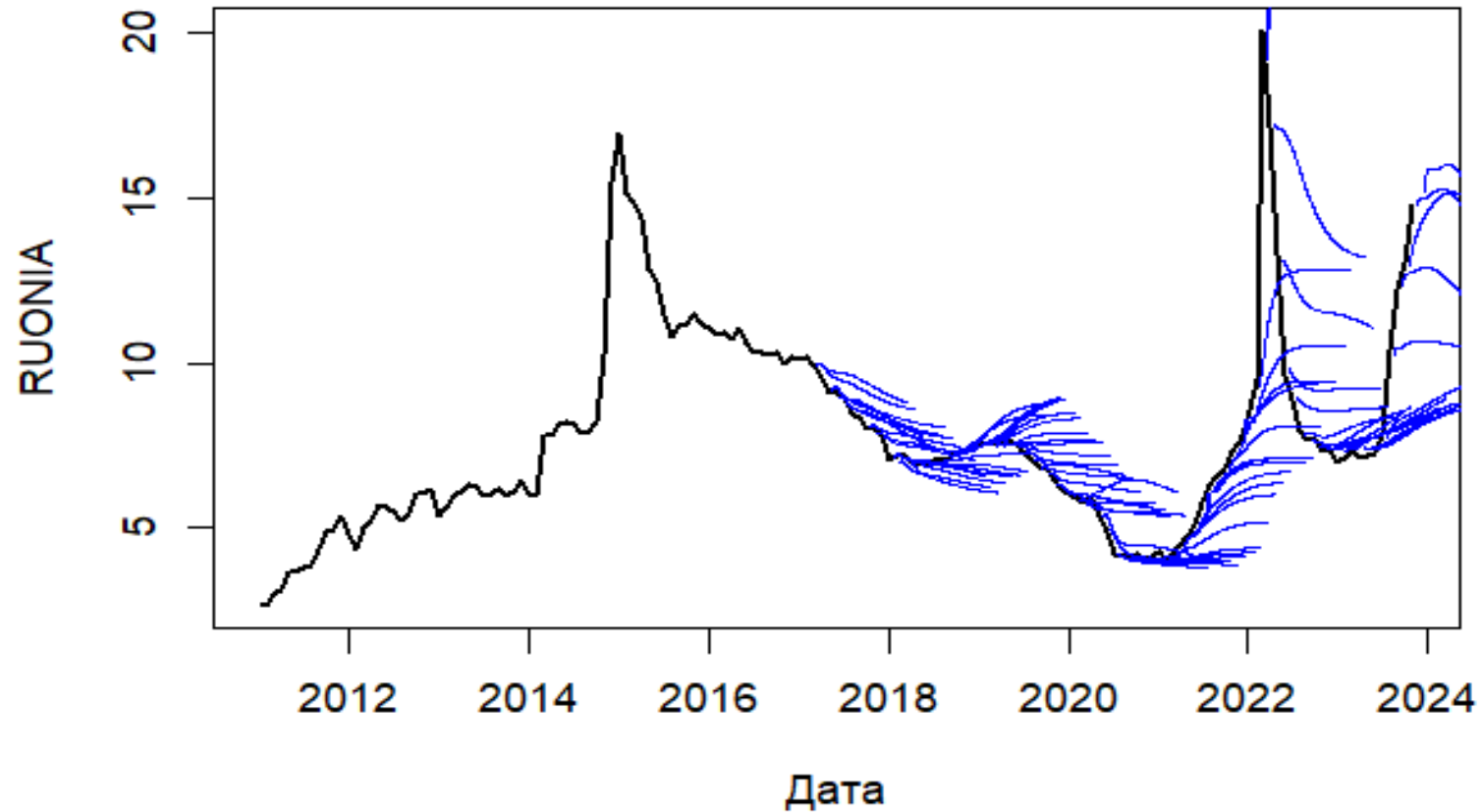
Nelson-Siegel



Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени

Источник: расчеты авторов

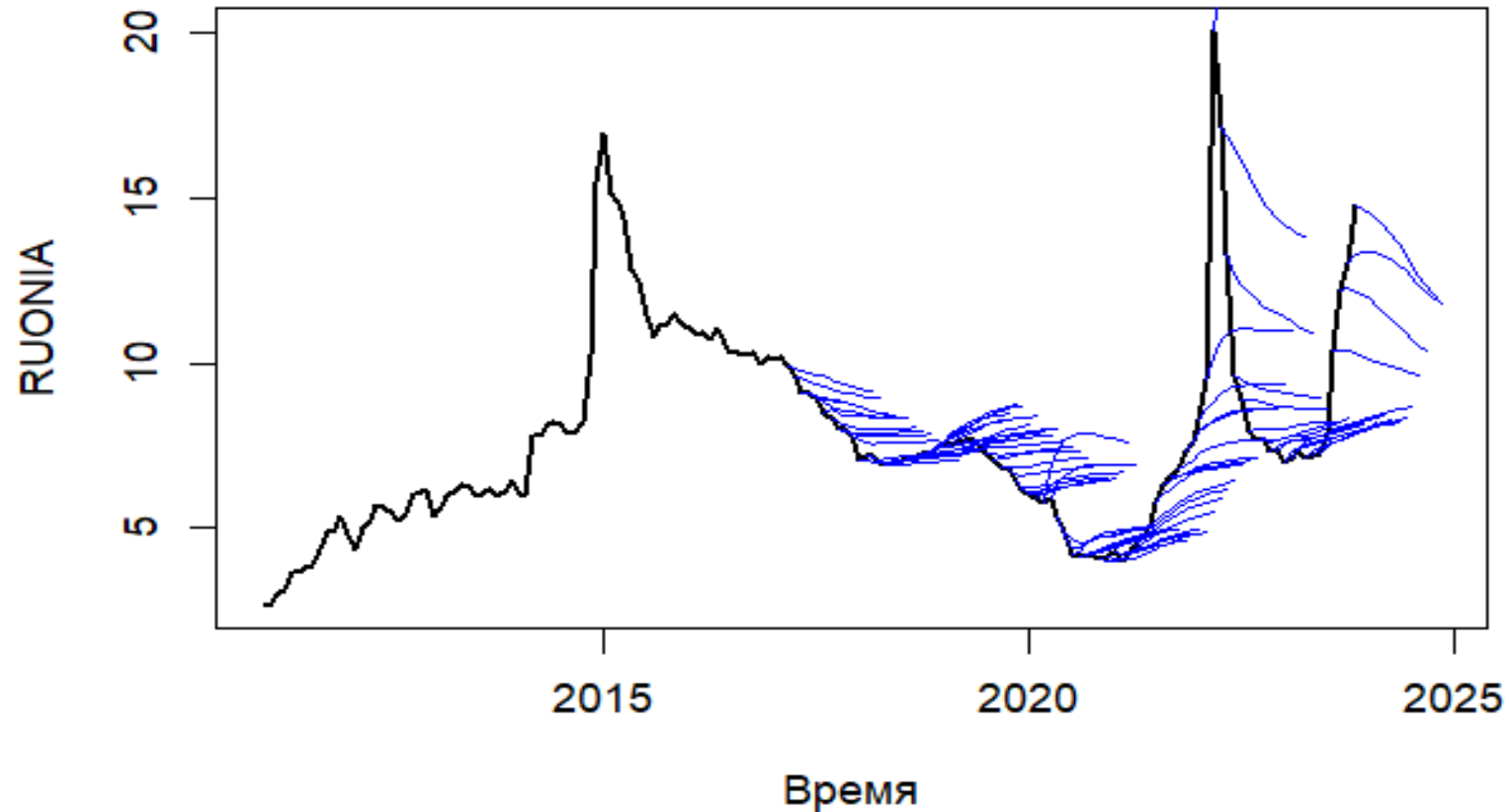
Svensson



Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени

Источник: расчеты авторов

VAR-PCA + Svensson



Примечание: черной линией изображена траектория ставки RUONIA, синими линиями показаны прогнозы моделей в каждый момент времени

Источник: расчеты авторов