

Фундаментальные драйверы цены электроэнергии

Мульти-масштабный адаптивный регрессионный анализ

Афанасьев Д.О.^a Федорова Е.А.^{b,a} Гиленко Е.В.^c

^aФинансовый университет при Правительстве РФ, Москва

^bВысшая школа экономики, Москва

^cСанкт-Петербургский государственный университет, Высшая Школа Менеджмента, Санкт-Петербург

20 декабря 2016 г.

Российский Экономический Конгресс 2016

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках проекта № 16-06-00237 А.

Содержание

1 Мотивация

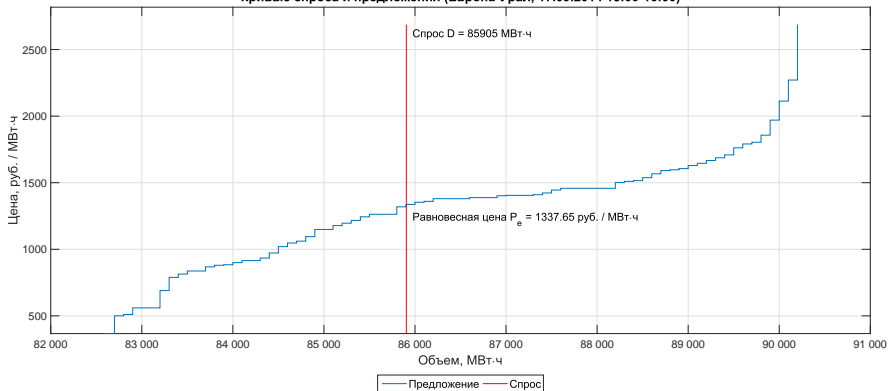
2 Методология

3 Результаты

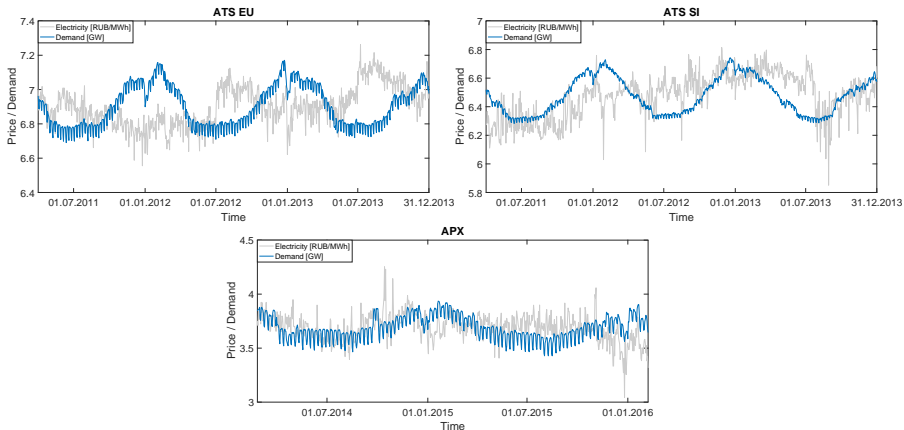
4 Дискуссия

Кривая предложения

Кривые спроса и предложения (Европа-Урал, 17.09.2014 15:00-16:00)

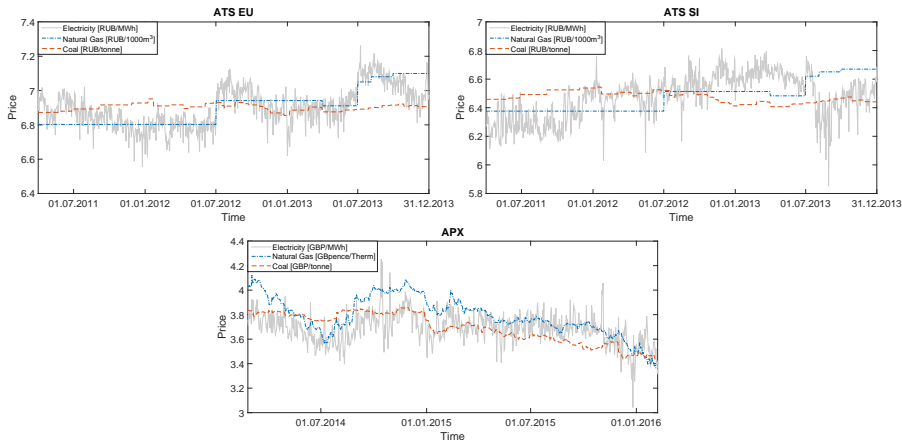


Фундаментальные драйверы: спрос D_t



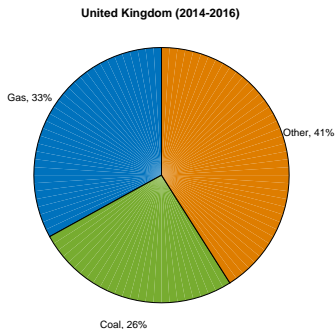
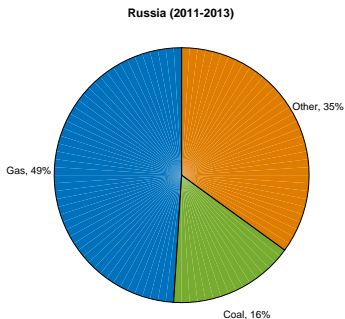
Skantze и др. (2000); Barlow (2002); Cartea и Villaplana (2008)

Фундаментальные драйверы: затраты на топливо $P_{k,t}$



Pirrong и Jermakyan (2008); Howison и Coulon (2009); Füss и др. (2015)

Структура генерации электроэнергии



- Россия (2011-2013 гг.): 65% ТЭС = 49% газ + 16% уголь.
- Англия (2014-2015 гг.): 59% ТЭС = 33% газ + 26% уголь.

Гипотезы исследования

H1 Влияние фундаментальных факторов зависит от временного масштаба и изменяется во времени

- нелинейная система, факторы с различными временными масштабами
- взаимодействие экономических агентов с различными стратегиями поведения
- адаптивность процесса ценообразования к внешним и внутрерыночным условиям

H2 Влияние спроса на цену электроэнергии отличается на различных временных масштабах

- краткосрочный масштаб (до 1 месяца) – положительное
- среднесрочный масштаб (1 месяц – 1 квартал) – отсутствует (слабое)
- долгосрочный масштаб (от 1 квартала) – отрицательное

H3 Влияние топливных рынков на цену электроэнергии проявляется со среднесрочных или долгосрочных масштабов времени

- волатильная цена электроэнергии при медленно меняющихся ценах на топливо
- запасы топлива и двусторонние средне- и долгосрочные контракты на его поставку

Содержание

- 1 Мотивация
- 2 Методология**
- 3 Результаты
- 4 Дискуссия

Фундаментальная модель цены электроэнергии

- Экспоненциальная кривая предложения (Skantze и др., 2000):

$$P_{e,t} = \phi(D_t) = \exp(\beta_d D_t)$$

$\beta_d \cdot 100\%$ – процент изменения цены при изменении спроса на единицу

- Однотопливный рынок (Pirrong и Jermakyan, 2008):

$$P_{e,t} = P_{k,t}^{\gamma_k} \cdot \exp(\beta_d D_t)$$

γ_k – кросс-эластичность цены электроэнергии по цене топлива k

- Многотопливный рынок (Füss и др., 2015):

$$P_{e,t} = \alpha_0 \cdot \prod_k P_{k,t}^{\gamma_k} \cdot \exp(\beta_d D_t)$$

$$\ln P_{e,t} = \alpha + \gamma_g \ln P_{g,t} + \gamma_c \ln P_{c,t} + \beta_d D_t$$

α – константа, влияние неучтенных в модели факторов

Недостатки современных подходов

- 1 Анализ на исходном уровне данных. Причины внутренней динамики?
 - Uritskaya и Serletis (2008) – цена демонстрирует зависящее от временного масштаба поведение.
 - Nowotarski и Weron (2016) – прогнозирование отдельных компонент цены улучшает точность прогнозов.
- 2 Влияние фундаментальных факторов фиксировано во времени.
 - Alvarez-Ramirez и Escarela-Perez (2010) – цена демонстрирует зависящее от времени поведение.
 - Karakatsani и Bunn (2008) – модель пространства состояний и фильтр Калмана. Коэффициенты - RW: $\beta_{i,t} = \beta_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}$, $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma)$.
 - Füss и др. (2015) – скользящие окна шириной 6 и 8 недель. Как выбрать ширину?

Мульти-масштабный фреймворк

Позволяет выявлять влияние экономических показателей на различных временных масштабах и определять факторы, вносящие основной вклад в комплексный механизмы взаимодействия.

Мульти-масштабный фреймворк:

- 1 Из наблюдаемого временного ряда выделяются ненаблюдаемые структурные компоненты, соответствующие различным временным масштабам T .
- 2 К полученным компонентам применяются инструменты эконометрического анализа для ответа на вопросы о взаимосвязи исследуемых явлений на различных временных масштабах.

Компоненты должны быть слабо связаны на кросс-масштабах \Rightarrow отражают влияние различных внутренних факторов.

Шаг 1. Декомпозиция на компоненты

Из наблюдаемого временного ряда выделяются ненаблюдаемые структурные компоненты, соответствующие различным временным масштабам T .

ИНСТРУМЕНТЫ:

- Фурье-разложение (Weron и др., 2010)
- Вейвлета-декомпозиция (Janczura и др., 2013)
- Декомпозиция на эмпирические моды (Huang и др., 1998; Torres и др., 2011)

ОГРАНИЧЕНИЯ:

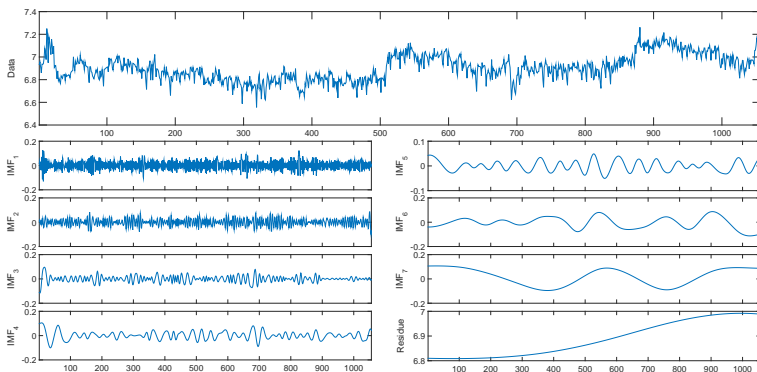
Метод	Нестационарность	Нелинейность	Адаптивность
Fourier	×	×	×
Wavelet	✓	×	×
EMD / CEEMDAN	✓	✓	✓

Адаптивность – способность извлекать ненаблюдаемые компоненты, используя только содержащуюся во временном ряде информацию (любой метод с априорным базисом не адаптивен).

Декомпозиция на эмпирические моды, EMD

Внутренняя модовая функция IMF

- 1 число экстремумов и число переходов через нулевую точку должны быть либо равны, либо отличаться не более чем на единицу;
- 2 в любой момент времени среднее значение огибающей, построенной на локальных максимумах, и огибающей, построенной на локальных минимумах, равняется нулю.



Шаг 2. Анализ на уровне мод

К полученным модам применяется те или иные инструменты эконометрического анализа для ответа на вопросы о взаимосвязи исследуемых явлений на различных временных масштабах.

ПРИМЕРЫ:

- Yu и др. (2015) – исследование причинно-следственных взаимосвязей между европейским рынком квот на выбросы CO_2 и рынком сырой нефти марки Brent. Инструмент: линейный и нелинейный тесты на причинность по Гренджеру.
- Afanasyev и др. (2015) – анализ взаимосвязи цены и спроса на электроэнергию для 2х оптовых российских рынков на сутки вперед. Инструмент: зависящая от времени внутренняя корреляция TDIC (Chen и др., 2010).

Мульти-масштабный фреймворк + Адаптивная декомпозиции EMD
=
Мульти-масштабный адаптивный фреймворк

Зависящая от времени внутренняя регрессия (TDIR)

Начало

- 1 Декомпозируем y и x_k с помощью CEEMDAN:

$$y_t = \sum_{i=1}^{I_y} IMF_{i,t}^y, \quad x_{k,t} = \sum_{i=1}^{I_{x_k}} IMF_{i,t}^{x_k}$$

- 2 Удаляем шум – IMF, статистически не отличимые от дробного гауссового шума (Flandrin и др., 2004).
- 3 Иерархическая кластеризация мод $IMF_{i,t}^y$ и $IMF_{i,t}^{x_k}$ (Chih-Yu и др., 2013), "метод дальнего соседа" + корреляционная дистанция \Rightarrow набор кластерных мод $CIMF_{i,t}^y$ и $CIMF_{i,t}^{x_k}$.
- 4 Вычисляем мгновенные периоды $T_{i,t}^y$ и $T_{i,t}^{x_k}$ для $CIMF_{i,t}^y$ и $CIMF_{i,t}^{x_k}$ (преобразование Гильберта). Размер адаптивного окна (Chen и др., 2010):

$$\tau_{i,t} = [t - t_{i,t}^m/2 : t + t_{i,t}^m/2]$$

$t_{i,t}^m = \max(T_{i,t}^y, T_{i,t}^{x_1}, \dots, T_{i,t}^{x_K})$ – максимальный период мод.

Зависящая от времени внутренняя регрессия (TDIR)

Продолжение

- 5 Восстанавливаем линейную регрессию между соответствующими модами $CIMF_{i,t}^y$ на $CIMF_{i,t}^{x_k}$ в адаптивном скользящем окне $\tau_{i,t}$:

$$CIMF_{i,t}^y = \beta_0^i + \sum_{k=1}^K \beta_k^i \cdot CIMF_{i,t}^{x_k} + \varepsilon_{i,t}, \varepsilon_i \sim i.i.d., t \in \tau_{i,t}$$

Результат:

- Оценки $\hat{\beta}_k^{i,t}$ и стандартные ошибки $SE_k^{i,t}$
 - $t_k^{i,t}$ -статистики и $p_k^{i,t}$ -значения теста Стьюдента
- 6 Рассчитываем для выбранного уровня значимости α характерные для временного масштаба оценки $\bar{\beta}_k^i$ и их стандартные ошибки \overline{SE}_k^i :

$$\bar{\beta}_k^i = MeB(\hat{\beta}_k^{i,t} \cdot \mathbb{I}(p_k^{i,t} \leq \alpha)), \overline{SE}_k^i = MeB(SE_k^{i,t})$$

- MeB – оператор бустрапированной медианы
- \mathbb{I} – индикаторная функция

Содержание

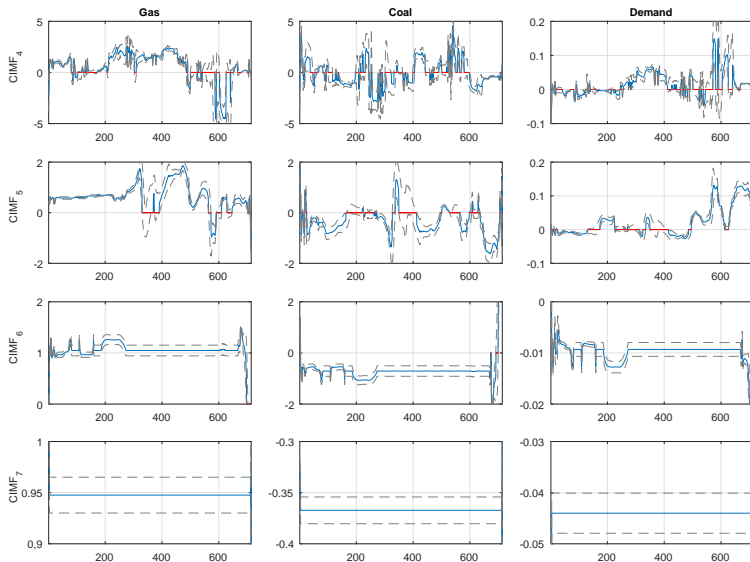
- 1 Мотивация
- 2 Методология
- 3 Результаты**
- 4 Дискуссия

АРХ: декомпозиция, фильтрация, кластеризация

IMF	Electricity			Gas			Coal			Demand		
	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF
1	2	N	–	2	N	–	2	N	–	2	N	–
2	3	N	–	3	N	–	3	N	–	4	N	–
3	5	S	1	4	S	1	3	S	1	5	S	1
4	9	S	2	8	S	2	7	S	2	9	S	2
5	16	S	3	17	S	3	16	S	3	16	S	3
6	33	S	4	31	S	4	35	S	4	34	S	4
7	82	S	5	79	S	5	77	S	5	77	S	5
8	179	S	6	190	S	6	143	S	6	238	S	6
9	571	S	7	952	S	7	952	S	7	408	S	7
10	∞	S	7	–	–	–	–	–	–	2856	S	7

Пояснения: *T* – средний период IMF (в днях); Sign. – тест статистической значимости IMF на 5% уровне: S для значимых мод, N – в обратном случае; CIMF – номер кластерной моды, в которую включена соответствующая IMF.

АРХ: динамика влияния



АРХ: усредненное влияние

CIMF	Масштаб	$\bar{\alpha}$	$\bar{\gamma}_g$	$\bar{\gamma}_c$	$\bar{\beta}_d$
1	< 1 недели	0.000 (0.004)	0.000 (1.155)	0.000 (2.054)	0.000 (0.007)
2	1 неделя	0.000 (0.004)	0.000 (0.625)	0.000 (1.215)	0.019 ^{***} (0.002)
3	2 недели	0.000 (0.003)	0.000 (0.259)	-0.019 (0.547)	0.000 (0.011)
4	1 месяц	0.000 (0.002)	0.641 ^{***} (0.171)	0.000 (0.302)	0.000 (0.005)
5	2 месяца	0.000 (0.001)	0.590 ^{***} (0.068)	-0.221 ^{**} (0.116)	0.000 (0.004)
6	3-6 месяцев	-0.063 ^{***} (0.007)	1.048 ^{***} (0.053)	-0.709 ^{***} (0.104)	-0.009 ^{***} (0.001)
7	> 6 месяцев	2.785 ^{***} (0.020)	0.948 ^{***} (0.009)	-0.367 ^{***} (0.007)	-0.044 ^{***} (0.002)

Пояснения: В скобках приведены бутстрапированные медианы оценок стандартных ошибок \overline{SE} . Уровни значимости: ^{***} – 1%, ^{**} – 5%, ^{*} – 10%.

ДЕТЕРМИНАНТЫ:

- Краткосрочные: спрос (1 неделя: 1.9% на ГВт).
- Среднесрочные: цена на газ (1 месяц: 0.64%; 2 месяца: 0.59%).
- Долгосрочные: цена на газ (1 квартал: 1.05%; > полугод: 0.95%), спрос (1 квартал: -0.9% на ГВт; > полугод: -4.4% на ГВт).

ATS EU: усредненное влияние

CIMF	Масштаб	$\bar{\alpha}$	$\bar{\gamma}_g$	$\bar{\gamma}_c$	$\bar{\beta}_d$
1	< 1 недели	0.000 (0.003)	–	0.000 (4.565)	0.000 (0.006)
2	1 неделя	0.000 (0.003)	–	0.000 (2.592)	0.011 ^{***} (0.002)
3	2 недели	0.000 (0.002)	–	0.000 (1.227)	0.000 (0.004)
4	1 месяц	0.000 (0.002)	–	-0.034 (0.551)	0.010 ^{***} (0.002)
5	2 месяца	0.000 (0.002)	–	0.003 (0.557)	0.000 (0.002)
6	3-6 месяцев	0.000 (0.002)	–	1.977 ^{***} (0.328)	-0.001 ^{**} (0.000)
7	> 6 месяцев	9.034 ^{***} (1.951)	0.725 ^{***} (0.019)	-0.867 ^{***} (0.259)	-0.015 ^{***} (0.003)

Пояснения: В скобках приведены бутстрапированные медианы оценок стандартных ошибок \overline{SE} . Уровни значимости: *** – 1%, ** – 5%, * – 10%.

ДЕТЕРМИНАНТЫ:

- Краткосрочные: спрос (1 неделя: 1.1% на ГВт).
- Среднесрочные: спрос (1 месяц: 1.0% на ГВт).
- Долгосрочные: цена на уголь (1 квартал: 1.98%), цена на газ (> полугодия: 0.73%), спрос (1 квартал: -0.1% на ГВт; > полугодия: -1.5% на ГВт).

ATS SI: усредненное влияние

CIMF	Масштаб	$\bar{\alpha}$	$\bar{\gamma}_g$	$\bar{\gamma}_c$	$\bar{\beta}_d$
1	< 1 недели	0.000 (0.004)	–	0.000 (4.635)	0.000 (0.029)
2	1 неделя	0.000 (0.004)	–	0.000 (2.608)	0.000 (0.042)
3	2 недели	0.000 (0.004)	–	0.000 (1.924)	0.000 (0.038)
4	1 месяц	0.000 (0.003)	–	0.000 (0.684)	0.000 (0.016)
5	2 месяца	0.000 (0.002)	–	2.203 ^{***} (0.423)	0.020 ^{**} (0.010)
6	3-6 месяцев	0.010 ^{***} (0.002)	–	-1.114 ^{***} (0.198)	0.004 ^{***} (0.001)
7	> 6 месяцев	13.402 ^{***} (0.896)	0.232 ^{***} (0.031)	-1.996 ^{***} (0.088)	0.236 ^{***} (0.006)

Пояснения: В скобках приведены бутстрапированные медианы оценок стандартных ошибок \overline{SE} . Уровни значимости: *** – 1%, ** – 5%, * – 10%.

ДЕТЕРМИНАНТЫ:

- Краткосрочные: не выявлены.
- Среднесрочные: цена на уголь (2 месяца: 2.20%), спрос (2 месяца: 2.0% на ГВт).
- Долгосрочные: цена на газ (> полугод: 0.23%), спрос (1 квартал: 0.4% на ГВт; > полугод: 23.6% на ГВт).

Содержание

- 1 Мотивация
- 2 Методология
- 3 Результаты
- 4 Дискуссия**

H1: О зависимости от масштаба и времени

Рынок	Краткосрочный	Среднесрочный	Долгосрочный
ATS EU	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
ATS SI	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
APX	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✗

- Набор детерминант цены электроэнергии зависит от изучаемого временного масштаба.
- Влияние детерминант цены электроэнергии изменяется во времени.
Исключение: рынок APX, долгосрочные колебания с периодами от 1 квартала до полугодия.

H2: О влияние величины спроса

Рынок	Краткосрочный	Среднесрочный	Долгосрочный
ATS EU	+	+	-
ATS SI	0	+	+
APX	+	0	-

- Отсутствует влияние недельной сезонности спроса на рынке ATS SI. Причина: электроемкое производство алюминия с непрерывным технологическим процессом.
- Умеренное влияние спроса на среднесрочных масштабах (1 месяц) на рынке ATS EU. Причина: возможно не совершенство механизмов планирования.
- Положительное умеренное на среднесрочных (2 месяца) и сильное на долгосрочных (> полугод) периодах влияние спроса на рынке ATS SI. Причина: электроемкое производство алюминия и растущий долгосрочный объем выпуска.

НЗ: О влияние цен первичного топлива

Рынок	Краткосрочный	Среднесрочный	Долгосрочный
ATS EU	–	–	+ (с,г)
ATS SI	–	+ (с)	+ (г)
APX	–	+ (г)	+ (г)

- Влияние цен на газ на ATS SI незначительное (0.23%), а цен на уголь – проявляется раньше, чем на ATS EU. Причина: существенная доля теплогенерации ATS SI приходится на уголь (40-45%).
- На APX влияние рынка угля не обнаружено. Причина: Large Combustion Plant Directive (LCPD), ограничение операционных часов угольных электростанций с 2015 г., снижение роли в формировании цены электроэнергии.
- Влияние цены на газ на рынке APX проявляется уже на масштабах в 1 месяц. Причина: увеличение доли генерации газовыми турбинами комбинированного цикла (CCGT), с возможностью оперативной реакции на изменяющуюся ситуацию на рынке газа.
- Для рынков ATS EU и APX на долгосрочных масштабах определяющим топливом является газ (0.73% и 0.95%). Причина: существенная доля в топливной структуре генерации.

Итоги, выводы, рекомендации

- Рассмотрен процесс конкурентного ценообразования на рынках электроэнергии под влиянием фундаментальных факторов (спрос, цены на первичное топливо).
- Предложена новая методология: мульти-масштабный адаптивный регрессионный анализ (MSARA) на базе зависящей от времени внутренней регрессии (TDIR).
- Зависимость детерминант цены от временного масштаба требует при прогнозировании строить индивидуальные модели для различных горизонтов.
- На ATS EU и APX в целях краткосрочного риск-менеджмента необходимо сфокусировать свое внимание на прогнозирование спроса и его влияния на цену. Для ATS SI – учитывать только долгосрочное изменение спроса.
- Для хеджирования топливных рисков необходимо заключать средне- и долгосрочные контракты на поставку с учетом уровня реакции цены электроэнергии на изменение цен топлива для соответствующих временных периодов.

Список литературы

- Afanasyev, D., Fedorova, E., Popov, V., 2015. Fine structure of the price–demand relationship in the electricity market: Multi-scale correlation analysis. *Energy Economics* 51, 215–226.
- Alvarez-Ramirez, J., Escarela-Perez, R., 2010. Time-dependent correlations in electricity markets. *Energy Economics* 32 (2), 269–277.
- Barlow, M., 2002. A diffusion model for electricity prices. *Mathematical Finance* 12, 287–289.
- Cartea, A., Villaplana, P., 2008. Spot price modeling and the valuation of electricity forward contracts: The role of demand and capacity. *Journal of Banking and Finance* 32 (12), 2502–2519.
- Chen, N., Wu, Z., Huang, N., 2010. The time-dependent intrinsic correlation based on the empirical mode decomposition. *Advances in Adaptive Data Analysis* 2 (2), 223–265.
- Chih-Yu, K., Shao-Kuan, W., Pi-Wen, T., 2013. Ensemble empirical mode decomposition with supervised cluster analysis. *Advances in Adaptive Data Analysis* 5 (1).
- Flandrin, P., Goncalves, P., Rilling, G., 2004. Detrending and denoising with empirical mode decomposition. в: 12th European Signal Processing Conference. сс. 1581–1584.
- Füss, R., Mahringer, S., Prokopczuk, M., 2015. Electricity derivatives pricing with forward-looking information. *Journal of Economic Dynamics and Control* 58, 34–57.
- Howison, S., Coulon, M., 2009. Stochastic behavior of the electricity bid stack: from fundamental drivers to power prices. *Journal of Energy Markets* 2 (1), 29–69.
- Huang, N., Shen, Z., Long, S., Wu, M., Shih, H., Zheng, Q., Yen, N., Tung, C., Liu, H., 1998. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. в: *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. Том 454. сс. 903–995.
- Janczura, J., Truck, S., Weron, R., Wolff, R., 2013. Identifying spikes and seasonal components in electricity spot price data: A guide to robust modelings. *Energy Economics* 38, 96–100.
- Karakatsani, N., Bunn, D., 2008. Forecasting electricity prices: The impact of fundamentals and time-varying coefficients. *International Journal of Forecasting* 24, 764–785.
- Nowotarski, J., Weron, R., 2016. On the importance of the long-term seasonal component in day-ahead electricity price forecasting. *Energy Economics* 57, 228–235.
- Pirrong, C., Jermakyan, M., 2008. The price of power: The valuation of power and weather derivatives. *Journal of Banking and Finance* 32 (12), 2520–2529.
- Skantze, P., Gubina, A., Ilic, M., 2000. Bid-based stochastic model for electricity prices: the impact of fundamental drivers on market dynamics. Тезисы, MIT Energy Laboratory Technical Report EL 00-004, Massachusetts Institute of Technology.
- Torres, M., Colominas, M., Schlotthauer, G., Flandrin, P., 2011. A complete ensemble empirical mode decomposition with adaptive noise. *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, 4144–4147.
- Uritskaya, O. Y., Serletis, A., 2008. Quantifying multiscale inefficiency in electricity markets. *Energy Economics* 30 (6), 3109–3117.
- Weron, R., Bierbrauer, M., Truock, S., 2010. Modeling electricity prices: jump diffusion and regime switching. *Phys. A* 336, 39–48.
- Yu, L., Li, J., Tang, L., Wang, S., 2015. Linear and nonlinear granger causality investigation between carbon market and crude oil market: A multi-scale approach. *Energy Economics* 51, 300–311.

Спасибо за внимание!
Вопросы?

Афанасьев Д.О.: dmafanasyev@gmail.com

Федорова Е.А.: ecolena@mail.ru

Гиленко Е.В.: e.gilenko@gsom.pu.ru

Содержание

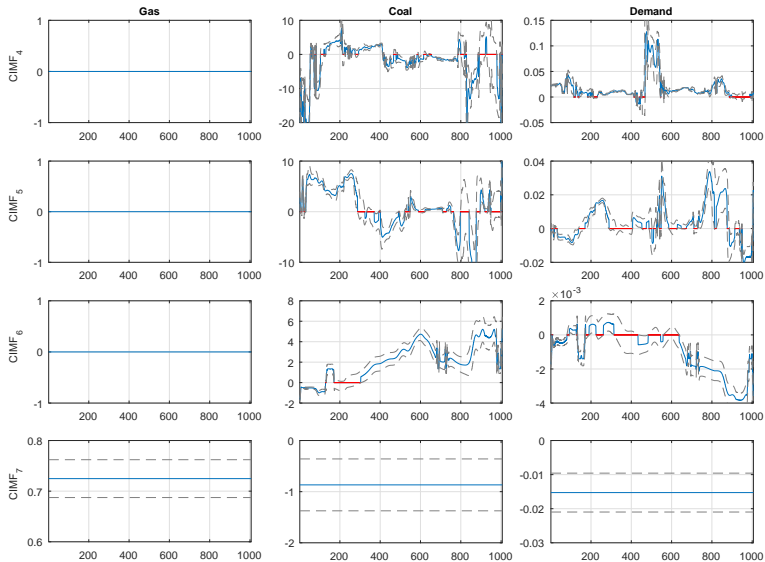
5 Приложение

ATS EU: декомпозиция, фильтрация, кластеризация

IMF	Electricity			Gas			Coal			Demand		
	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF
1	2	N	–	–	–	–	2	N	–	2	N	–
2	3	N	–	–	–	–	3	N	–	3	N	–
3	5	S	1	–	–	–	3	S	1	5	S	1
4	9	S	2	–	–	–	7	S	2	6	S	2
5	16	S	3	–	–	–	17	S	3	16	S	3
6	33	S	4	–	–	–	32	S	4	31	S	4
7	68	S	5	–	–	–	71	S	5	73	S	5
8	134	S	6	–	–	–	161	S	6	252	S	6
9	310	S	7	–	–	–	575	S	7	252	S	6
10	1341	S	7	∞	–	7	1341	S	7	1341	S	7

Пояснения: *T* – средний период IMF (в днях); Sign. – тест статистической значимости IMF на 5% уровне: S для значимых мод, N – в обратном случае; CIMF – номер кластерной моды, в которую включена соответствующая IMF.

ATS EU: динамика влияния



ATS SI: декомпозиция, фильтрация, кластеризация

IMF	Electricity			Gas			Coal			Demand		
	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF	<i>T</i>	Sign.	CIMF
1	2	N	–	–	–	–	2	N	–	2	N	–
2	3	N	–	–	–	–	3	N	–	3	N	–
3	5	S	1	–	–	–	3	S	1	4	S	1
4	9	S	2	–	–	–	6	S	2	6	S	2
5	16	S	3	–	–	–	16	S	3	16	S	3
6	29	S	4	–	–	–	33	S	4	35	S	4
7	65	S	5	–	–	–	67	S	5	66	S	5
8	161	S	6	–	–	–	161	S	6	252	S	6
9	447	S	7	–	–	–	366	S	7	268	S	6
10	805	S	7	–	–	–	1341	S	7	4024	S	7
11	∞	S	7	∞	–	7	–	–	–	–	–	–

Пояснения: *T* – средний период IMF (в днях); Sign. – тест статистической значимости IMF на 5% уровне: S для значимых мод, N – в обратном случае; CIMF – номер кластерной моды, в которую включена соответствующая IMF.

ATS SI: динамика влияния

