

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СПОТОВЫХ ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ВОЛАТИЛЬНОСТИ

Научный руководитель – Каукин Андрей Сергеевич

*Касьянова Ксения Алексеевна*

*Сотрудник*

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте  
Российской Федерации, Москва, Россия

*E-mail: xeniakasianova@gmail.com*

Российский оптовый рынок электроэнергии разделен на две ценовые зоны: европейскую (первую) ценовую зону и сибирскую (вторую) ценовую зону. Механизмы ценообразования в первой и второй ценовых зонах одинаковы: внутри каждой ценовой зоны существует рынок свободной конкуренции между производителями, что обеспечивается значительной пропускной способностью электрической сети. При этом переток между ценовыми зонами незначителен, а сами равновесные цены различаются в значительной степени, так как конкурсные торги на электроэнергию и мощность проводятся отдельно по каждой ценовой зоне [Васьковская, 2017].

При анализе спотовых цен по ценовым зонам была разработана двухуровневая модель стохастической волатильности. В работе [Касьянова, 2023] уже было показано, что динамика цен на электроэнергию существенно различается в европейской и сибирской ценовых зонах. Переход к анализу региональных цен позволяет выявить возможные причины этих различий. В частности, одним из инструментов анализа является построение линейных регрессий оценок коэффициентов стохастической модели волатильности (рассчитываемых для каждого узла/региона) от постоянных характеристик региона (географическое положение региона, доли ТЭЦ, АЭС и ГЭС в структуре выработки электроэнергии, доли ТЭЦ, работающих на газе и угле, доля основных секторов ВРП).

Предложенная ранее двухуровневая модель стохастической волатильности была скорректирована в соответствии с проведенным анализом результатов узловых цен (дезагрегированная статистика по более чем 7500 узлам): вместо индексов промышленного производства были использованы объемы промышленного производства, а также объемы производства горнодобывающей, обрабатывающей отраслей; недельная динамика моделировалась фиктивными переменными для каждого дня недели; учтены продленные в связи с COVID-19 нерабочие дни в 2020, 2021 году. Ранее в работе [Касьянова, 2023] недельная динамика учитывалась только с помощью фиктивных переменных в понедельник, субботу и воскресенье, аналогично спецификации, предложенной в работе [Kostrzewski, 2009], однако визуальный анализ узловых цен показал, что для большинства узлов внутринедельная динамика не одинакова (например, в некоторых регионах цены растут в пятницу выше, чем в понедельник). Поскольку внутри одного региона существует сильная корреляция, проводится анализ усредненных по регионам поузловых цен с помощью скорректированной модели стохастической волатильности, при этом при одинаковой функциональной форме модели используются специфические для региона регрессоры: температура, объемы промышленного производства и цены на ресурсы.

В результате оценки моделей для усредненных по региону поузловых цен были получены следующие результаты. Во-первых, средние уровни цен в регионах первой и второй ценовых зон статистически значимо различаются, и разница в среднем составляет 2,2 рубля. Поскольку рынок электроэнергии является конкурентным, эти различия должны

объясняться конъюнктурой рынка, в частности структурой генерации в регионах, которая объясняет различия в совокупном предложении, и структурой ВРП, объясняющей различия в совокупном спросе в каждом регионе. Эти выводы подтверждаются при построении регрессии оценок константы, полученных по модели стохастической волатильности для каждого из регионов на доли основных отраслей в структуре ВРП и доли тепловых электростанций по видам топлива. В частности, цены выше в регионах, где выше доля производства или торговли в ВРП, а добычи полезных ископаемых в ВРП ниже (к этим регионам в основном относятся регионы европейской ценовой зоны). Цены также зависят от доли ТЭЦ, работающих на газе или угле: чем выше доля ТЭЦ, работающих на газе (и, соответственно, чем меньше доля ТЭЦ, работающих на угле), тем выше цены. Следует отметить, что для большинства регионов европейской ценовой зоны выше доля ТЭЦ, работающих на газе, а для сибирской – на угле. Этот результат свидетельствует о необходимости учета экономических особенностей регионов, особенно при внедрении механизмов перекрестного субсидирования между регионами и типами электростанций.

Дополнительно в результате анализа были выявлены различия в недельной динамике цен, влиянии праздников, отопительных градусо-суток и объемов промышленного производства на цены между регионами. В результате анализа динамики цен на электричество были построены региональные карты, которые позволяют выявить слабые места в инфраструктуре электроэнергетики и регионы с аномальной динамикой цен на электроэнергию.

### Источники и литература

- 1) Васьковская Т.А. Вопросы формирования равновесных узловых цен оптового рынка электроэнергии // Электрические станции. 2017. pp. 25–32.
- 2) Kostrzewski, M., Kostrzewska, J. Probabilistic electricity price forecasting with Bayesian stochastic volatility models // Energy Economics, 2009, 80, 610620.
- 3) Касьянова К. Сравнение динамики спотовых цен на электричество в европейской и сибирской ценовых зонах с использованием модели стохастической волатильности // Экономика и математические методы URL: <http://ras.jes.su/emm/s042473880021819-9-1-ru>