

3.11. ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ПО ЕВРОПЕЙСКОЙ ЗОНЕ РФ¹

Федорова Е.А., д. э. н., профессор кафедры «Финансовый менеджмент»;
Зейналян А.С., магистр кафедры «Финансовый менеджмент»

Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва

В статье рассматривается механизм ценообразования на рынке электроэнергетики в европейской зоне Российской Федерации. На основе экономико-математического моделирования было выявлено, что положительное влияние на цену оказывают значение цены предыдущего дня и уровень потребления. Негативное влияние оказывают индекс Московской межбанковской валютной биржи, уровень генерации, отклонение от температуры и обменный курс доллара США.

Реформирование электроэнергетики Российской Федерации – закономерный этап ее развития, а также часть общей тенденции изменения основных принципов организации отрасли в зарубежных странах. Преобразования, которые состоялись в электроэнергетике РФ, означают кардинальное изменение как системы организации отрасли в целом, так и принципов ценообразования: переход от затратного подхода к рыночному установлению цен. В условиях развития рыночного ценообразования вопросы по поводу установления цен на электроэнергию (мощность) становятся одними из самых актуальных, поскольку во многом определяют результат работы энергокомпаний на рынке, и сложных, так как требуют совершенствования методик и стратегий ценообразования. Именно поэтому в новых, рыночных, условиях исследование основы принятия решения о ценах и вопросы формирования стратегии ценообразования на рынке электроэнергетики приобретают особую актуальность.

Хорошо известно, что электричество – это совершенно особый товар: он не может храниться долго и должен быть сгенерирован в момент его потребления. В целом процесс генерации обеспечивается генераторами с низкими предельными затратами для покрытия такой базовой нагрузки, как нагрузка гидроэлектростанций, атомных электростанций и угольных блоков. Для удовлетворения пиков в спросе, аварийные блоки (нефтяные и газовые заводы) с высокими предельными издержками должны быть введены в эксплуатацию. Именно поэтому кривая предложения имеет период излома переменной, после которого запрашиваемые цены начинают расти почти в геометрической прогрессии. Спрос на рынке электроэнергии очень неэластичен и весьма чувствителен к изменению температуры и иных погодных условий.

В работе авторами были выдвинуты следующие гипотезы.

Гипотеза 1. Уровень цен на электроэнергию зависит от состояния рынка электроэнергетики

Считается, что возможно увеличение спроса на рынке электроэнергетики. Темпы роста, однако, могут быть различными и зависеть от политики энергоэффективности. Кроме того, на цену электроэнергии может повлиять поведение производителей электроэнергии на рынке. В частности, если производители имеют доминирующее положение на рынке, то их стратегические решения могут оказать влияние на рыночные цены. Стоит учесть, что возможно изменение рыночной концентрации производителей в будущем. Это вероятно не только в тех случаях, когда у производителей есть возможность осуществлять новые инвестиции в отрасль, но и в случаях слияний и поглощений. Поэтому антимонопольным органам следуют осуществлять контроль над структурой рынка, а также попытаться сохранить концентрацию производителей на рынке на том уровне, при котором будет отсутствовать доминирующее положение того или иного производителя.

Согласно E. Lindström, F. Regland [9], предложение электричества ограничено максимумом производственных мощностей и числом ограничений. Себестоимость производства быстро растет с увеличением производства и фактическое производство изменяется во времени, когда ветер или солнечная энергия составляют значительную часть энергосистемы. Кроме того, могут быть значительные изменения в предложении, если важная единица производства переходит в автономный режим работы или, наоборот, подключается к системе.

Спрос, с другой стороны, довольно неэластичный; потребление практически не меняется в краткосрочной перспективе из-за уровня цен, в то время как сильно зависит от сезона потребления и промышленного назначения. Согласно Venh и др. [3], изменение спроса вызвано изменениями в температуре в течение года; теплое лето способствует увеличению спроса на электроэнергию в связи с широким использованием кондиционеров, в то время как холодные зимы – повышению спроса за счет отопления. Сезонный характер спроса приводит к росту цен в течение лета и / или зимой. Существует дополнительные еженедельные и внутрисуточные временные зависимости. Промышленные объекты повышают спрос в период рабочих дней, вследствие этого возникает высокий спрос в рабочее время.

В статье [8] показано, что зависимость между рынками сильнее во время экстремальных событий. По мнению же Haldrup, N., Nielsen, M. [7], некоторые энергетические рынки характеризуются также непостоянством кластеризации. Это может быть вызвано некоторыми временными нарушениями рынка или неуверенностью в будущем.

Гипотеза 2. Уровень цен на электроэнергию зависит от цен на первичные энергоносители

Цены на топливо, в том числе и на углеводороды, играют важную роль как в краткосрочной перспективе, когда дело доходит до распределения ресурсов и решений о том, какие энергоблоки необходимо вводить в эксплуатацию, так и в долгосрочной – в случае принятия инвестиционных решений. Поэтому все факторы, снижающие цены на топливо (в долгосрочной перспек-

¹ Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по Государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации 2014 г.

тиве), также оказывают влияние на осуществление инвестиций в отрасль в будущем. Зависимость электроэнергетики от топливных ресурсов была изучена Marckhoff and Wimschulte [10], Mjelde and Bessler [12], Bencivenga [2] и Ferkingstad и др. [4].

Другие исследования показали, что цены на топливо не могут оказывать высокого влияния на ценообразование электроэнергетики (Guirguis and Felder [6]). Это возможно, например, на британском рынке электроэнергии, в связи с неопределенностью относительно прерывистой технологии установок, возникающих из произвольного характера рынка электроэнергии и самостоятельного планирования данных установок.

Гипотеза 3. Уровень цен на электроэнергию зависит от состояния финансовых рынков

Как правило, данные финансовых временных рядов понимаются как стохастические, характеризуются нелинейностью и нестационарностью. Данные склонны к случайным скачкам. Тем не менее, данные из каждой области имеют свои особенности. Выделяют несколько важных финансовых временных рядов, в том числе индексы фондового рынка, а также обменный курс валют [13]. В условиях либерализации экономики фондовый рынок рассматривается как важный показатель устойчивости финансовой ситуации в стране. Примечательно, что это более относится к неэкономическим факторам таким, как политические потрясения в данной стране, теракты и даже психология отдельных инвесторов. Кроме того, стратегическое планирование компании, как известно, вызывает рост или падение на фондовом рынке. С начала процесса экономической глобализации все больше и больше экономик мира взаимосвязаны друг с другом. Как правило, странами используются плавающие обменные курсы, а не какой-либо один фиксированный, что придает валютному рынку больше волатильности. Процентная ставка также играет важную роль в движении валютного курса в качестве рыночного оператора, обменивающего одну валюту на другую в целях получения быстрой прибыли.

Гипотеза 4. Уровень цен на электроэнергию зависит от уровня цен предыдущего дня

Предполагается использование знаний о цене на электроэнергию, полученных в прошлом, а именно цену предыдущего дня $C_t - 1$, где C – цена на электроэнергию, а t – период [14].

Анализ данных

Фактор спроса (потребления). Правильное описание фактора спроса на электроэнергию имеет крайне важное значение как само по себе в качестве первичного влияния на цены на электроэнергию, так и для того чтобы сформулировать определенный должный фон, на основе которого в дальнейшем можно будет оценить другие, более тонкие эффекты. В контексте краткосрочного анализа фактор спроса может быть воспринят в качестве экзогенной (внешней) переменной, заданной в отсутствие значительной эластичности спроса по цене в краткосрочной перспективе. Например, на британском рынке, несмотря на то, что участие спроса на рынке позволено, фактор экзогенного спроса все еще допустим, так как розничные поставщики представлены в пассивной роли и ведут себя как ценополучатели. Учитывая неоднородность производственных технологий с

точки зрения затрат и гибкости, осуществления арендной платы, выбора производственных мощностей, пока не удовлетворен спрос, все это приводит к функции совокупного предложения, которая круто растет, становится выпуклой и прерывистой. Монотонный, нелинейный эффект спроса по цене обычно приближен с полиномиальной (Vucetic и др. [17]) или показательной функцией (Geman and Roncoroni [5]).

Чтобы отразить синхронность рынка электроэнергии и последовательные операционные и торговые решения, фактор спроса был определен по модели рынка на сутки вперед (PCB) на основе данных, опубликованных системным оператором Единой энергетической системы. Использование прогноза спроса, вместе с незначительной ценовой эластичностью спроса, еще больше снижает опасения эндогенности. Данные прогнозы, как ожидалось, окажут существенное влияние на стратегию ведения торгов участниками рынка (рис. 1).

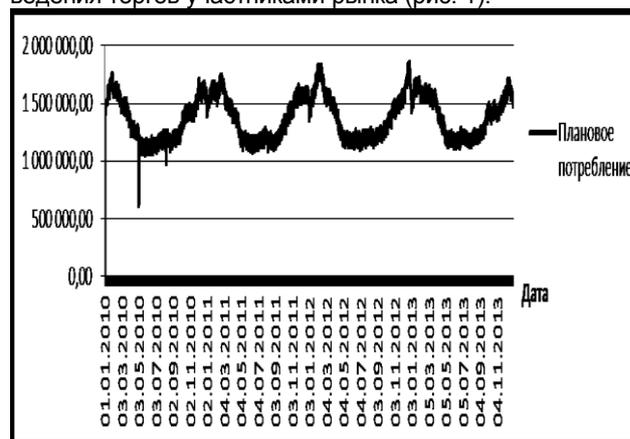


Рис. 1. Динамика потребления электроэнергии за 2010-2013 гг.

Фактор предложения (генерации). Электричество производится и предлагается с нескольких электростанций. Традиционно стоимость транспортировки электричества на большие расстояния была очень высокой, поэтому генерация и поставка электроэнергии рассматриваются как важные элементы национальной инфраструктуры. Электричество может генерироваться из различных видов топлива и с помощью различных технологий (рис. 2).

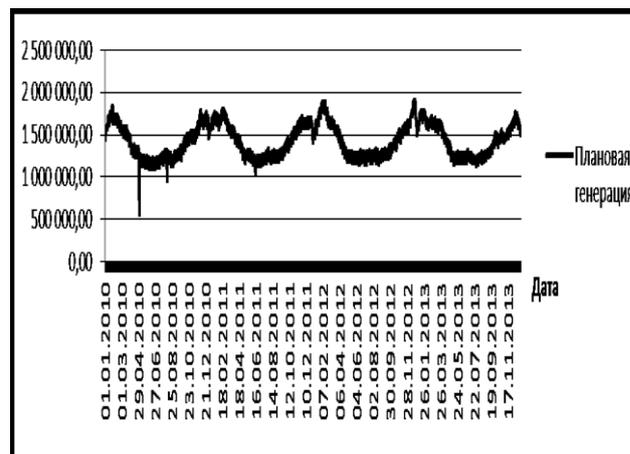


Рис. 2. Динамика генерации электроэнергии за 2010-2013 гг.

Фактор сезонности. Влияние климатических факторов, таких как среднесуточная температура, продолжительность светового дня и количество осадков, может существенно сказываться на объеме потребляемой электроэнергии. Представляется особенно важным учитывать корреляцию спроса на электроэнергию именно с температурой, так как этот фактор наиболее явно сказывается на потреблении. При этом данное соображение подтверждается целым рядом эмпирических исследований. Большинство исследователей сходятся во мнении, что не сама температура непосредственно воздействует на спрос, а именно ее отклонение от некоторой балансовой точки T_b оказывает влияние на изменение потребления. При этом зависимость спрос-температура имеет U -образную или V -образную форму. Это объясняется тем, что в холодное время года спрос на электроэнергию подстегивается необходимостью отопления помещений. В теплое время года потребность в кондиционировании (охлаждении) помещений также приводит к росту утилизации электроэнергии. В точке T_b потребление электроэнергии оказывается минимальным. Ввиду этого в качестве факторных переменных при исследовании зависимости спроса от температуры удобно использовать температуру отопления T_h и температуру охлаждения T_c , которые определяются, как отклонения в соответствующую сторону от балансовой температуры T_b :

$$T_h = \max(T_b - T_t, 0), T_c = \max(T_t - T_b, 0), \quad (2)$$

где T_h – температура отопления, град. С;

T_b – балансовая точка по температуре, град.С;

T_c – температура охлаждения, град. С;

T_t – температура окружающей среды, град. С.

Наиболее простым методом определения балансовой точки T_b является следующий: построить поле корреляции (множество точек соответствия) спрос-температура, выполнить аппроксимацию какой-либо U -образной или V -образной функцией, и найти точку минимума для данной функции. Также в этих целях можно использовать и более сложные методологии. Величина балансовой температуры может существенно зависеть от исследуемого региона и его климатических особенностей, а также от особенностей потребителей данного региона (например, от качества строящегося жилья и т.п.). Однако в рамках данной работы мы не ставим перед собой задачу определения T_b , поэтому будем использовать общепринятую величину балансовой температуры $T_b = 18,3$ град С (65 F), которая является в определенном смысле «индустриальным стандартом».

На рис. 3 представлена информация по фактическому значению температуры окружающей среды в период с января 2010 по декабрь 2013 гг. На рис. 3 наглядно видно расхождение балансовой температуры от фактической. Кроме того, можно заметить яркий фактор сезонности на территории Европейской части страны, проявляющийся в резком снижении температуры.

Фактор цен на первичные энергоресурсы. На многих рынках электроэнергии цены на топливо являются ключевыми факторами, определяющими стоимость производства электроэнергии. Они могут включать природный газ, мазут и цены на нефть, а также на такие необычные виды топлива, как бурый уголь. В данной работе в качестве факторов, влияющих на ценообразование электроэнергии, выбраны следующие: мазут, природный газ и нефть. Тепловые ставки – важная информация с точки зрения предложения, так как они показывают количество необходимого топлива

на каждый мегаватт мощности для определенного генератора. Прочие расходы питания топлива такие, как транспортные, оперативные, расходы технического обслуживания и затрат на передачу электроэнергии, также должны быть заложены в структуру цены на электроэнергию. На гидроэлектростанциях также могут существовать альтернативные издержки для выработки электроэнергии в определенное время, в связи с ограниченными запасами воды в водохранилище. Наконец, цены на выбросы углерода в настоящее время быстро становятся одними из важнейших, фундаментальных затрат производства электроэнергии.

Объем запасов природного газа является ключевым индикатором предложения. Достаточный объем запасов позволяет осуществлять непрерывное предоставление электроэнергии в течение длительного вывода оборудования из строя и, таким образом, снижает вероятность потенциальных перебоев с поставками. Высокие объемы запасов природного газа приводят к снижению его стоимости, в то время как более низкие объемы запасов – к росту. Природный газ и электроэнергия в свою очередь высоко коррелируют друг с другом вследствие того, что производители электроэнергии на базе природного газа обычно устанавливают цену для всех производителей электроэнергии. Все то, что влияет на хранение, производство или ценообразование природного газа, будет также влиять на ценообразование электричества.

Цена на сырую нефть являются одним из основных факторов формирования цен на электроэнергию. Стоимость нефтепродуктов четко отражает цену на нефть, однако, стоит отметить, что исторически цены на газ были связаны с нефтью, и как первоначально нефть, а затем и газ сформировали крупный вклад в электроэнергию, цена электричества в прошлом также была обусловлена ценами на нефть.

В условиях конкурентного рынка электроэнергии, цены, как правило, варьируются в зависимости от потребления, что свидетельствует о контрактах (сделках) крупных пользователей, и такие факторы, как продолжительность контрактов и относительное влияние цен на нефть на цены на топливо. Более крупные потребители могут договориться о более низких ценах, но может быть более зависимыми от оптовых цен, и, следовательно, быть более уязвимыми к резким скачкам цен, в то время как мелкие потребители, как правило, более стабильные контракты, но с высокими ценами на единицу продукции.

Цена на мазут. Рынок мазута для электростанций наиболее близок к классическому конкурентному. На станциях в основном сжигается мазут марки М-100, удовлетворяющий условиям ГОСТ 10585–99 «Топливо нефтяное. Мазут». Основная инфраструктура для производства мазута М-100 создана в советское время и в настоящее время принадлежит различным независимым компаниям, конкурирующим между собой. На этом рынке в большинстве случаев отсутствует необходимость жесткого антимонопольного контроля.

Торговля на региональных рынках происходит в местной валюте, однако цены на мощность в значительной степени определяется переменной стоимостью предельной тепловой генерации. Таким образом, влияние изменений обменного курса на цены на электроэнергию зависит главным образом через воздей-

стве на первичные энергоресурсы (природный газ, нефть и т.д.) и цен на углерод.

Например, подавляющее большинство мировых запасов нефти торгуется в долларах США, волатильность этой валюты имеет огромное влияние на реальную цену нефти. Любое снижение в стоимости доллара США по отношению к другим валютам увеличивает покупательную способность стран, которые не пользуются долларами США. Так, если стоимость доллара и евро будет равна между собой, то при прочих равных условиях, стоимость барреля сырой нефти будет равной для обеих сторон как в долларах, так и в евро. Однако если доллар укрепится, то потребуются большая сумма евро, чтобы приобрести тот же баррель нефти. Таким образом, ослабленный доллар является основной движущей силой роста цен на нефть, а это в свою очередь, приведет к росту цен на электроэнергию.

Индекс Московской межбанковской валютной биржи (ММВБ) рассчитывается как отношение суммарной рыночной капитализации акций, включенных в базу расчета индекса, к суммарной рыночной капитализации этих акций на начальную дату, умноженное на значение индекса на начальную дату. При расчете рыночной капитализации учитывается цена и количество соответствующих акций, свободно обращающихся на организованном рынке ценных бумаг, которым соответствует доля акционерного капитала эмитента, выражаемая значением коэффициента free-float. Расчет индекса производится в режиме реального времени в рублях, таким образом, значение индекса пересчитывается при совершении каждой сделки на ММВБ с акциями, включенными в базу расчета индекса.

Индекс Российской торговой системы (РТС) отражает текущую суммарную рыночную капитализацию (выраженную в долларах США) акций некоторого списка эмитентов в относительных единицах. За 100 принята суммарная капитализация этих эмитентов на 1 сентября 1995 г. Таким образом, к примеру, значение индекса, равное 2400 (середина 2008 г.) означает, что за почти 13 лет рыночная капитализация (с пересчетом в доллары США) компаний из списка РТС выросла в 24 раза.

Каждый рабочий день индекс РТС рассчитывается в течение торговой сессии при каждом изменении цены инструмента, включенного в список для его расчета. Первое значение индекса является значением открытия, последнее значение индекса – значением закрытия.



Рис. 1. Динамика изменения температуры за 2010-2013 гг.

Результаты исследования

Проверим выполнение гипотез с помощью метода множественной регрессии. За последнее время было написано много работ, посвященных изучению ценообразования на рынке электроэнергетики. Согласно различным исследованиям, цена на электроэнергию коррелирует с различными факторами и является зависимой переменной. Для проведения исследования взята выборка по Европейской части РФ в сфере электроэнергетики за 2010-2013 гг. с ежедневными наблюдениями.

Уравнение множественной регрессии представляет собой статистический метод, который используется для объяснения или предсказания поведения зависимой переменной. Общий вид уравнения регрессии принимает вид:

$$Y = a + bx + c, \tag{3}$$

где: Y – зависимая переменная;

x – независимые переменные, которые используются для прогнозирования Y ;

c – регрессионный остаток. Значения a и b выбраны таким образом, что квадрат из остатков регрессии сводится к минимуму.

Первичное уравнение множественной регрессии, составленное на основе 12 факторов, имеет вид:

$$C_t = b_1 * C_{t-1} + b_2 * G_{план} + b_3 * P_{план} + b_4 * G + b_5 * P + b_6 * T + b_7 * КД + b_8 * C_{нефть} + b_9 * C_{мазут} + b_{10} * C_{газ} + b_{11} * ММВБ + b_{12} * РТС + C, \tag{4}$$

где: C_t – цена на электроэнергию, руб.;

C_{t-1} – цена предыдущего дня, руб.;

$G_{план}$ – плановая генерация электроэнергии, кВт;

$P_{план}$ – плановое потребление электроэнергии, кВт;

G – фактическая генерация электроэнергии, кВт;

P – фактическое потребление электроэнергии, кВт;

T – отклонение от температуры, С;

$КД$ – обменный курс доллара, руб.;

$C_{нефть}$ – цена на нефть, руб.;

$C_{мазут}$ – цена на мазут, руб.;

$C_{газ}$ – цена на газ, руб.;

$ММВБ$ – индекс ММВБ;

$РТС$ – индекс РТС

C – регрессионный остаток;

b_1, b_2, \dots, b_{12} – коэффициенты.

Методом исключения было отобрано шесть факторов, влияющих на конечный результат. Выборка производилась путем сравнения вероятностей: для точности модели преимуществом считалась меньшая вероятность. Максимально значения критерия составляло 0,15. Стоит отметить, что чем ближе значение вероятности к «нулю», тем более точно происходит составление модели. По табл. 1 видно, что все выбранные параметры удовлетворяют требованиям.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫБОРКИ ДЛЯ МОДЕЛИ

Переменная	Кoeffициент	Стандартная ошибка	t-статистика	Вероятность
Цена предыдущего дня	0,9325	0,0081	115,4016	0,0000
Индекс ММВБ	-0,1113	0,0237	-4,7035	0,0000
Генерация	-0,0007	0,0001	-4,9469	0,0000
Потребление	0,0010	0,0001	6,9579	0,0000

Переменная	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-статистика	Вероятность
Отклонение от температуры	-4,4924	0,5961	-7,5358	0,0000
Обменный курс доллара	-7,1323	2,1002	-3,3961	0,0007
С	130,0196	85,7392	1,5165	0,1296
$R^2=93,19\%$		Скорректированный $R^2=93,16\%$		

Точность итогового значения подтверждается тем, что в результате расчетов из 1461 наблюдения было исключено лишь одно. Уравнение регрессии с выбранными факторами имеет вид:

$$C_t = 0,932 * C_{t-1} - 0,111 * ММВБ - 0,0007 * Г + 0,0010 * П - 4,492 * Т - 7,132 * КД + 130,020, \quad (5)$$

где: C_t – цена на электроэнергию, руб.;

C_{t-1} – цена предыдущего дня, руб.;

ММВБ – индекс ММВБ;

Г – генерация электроэнергии, кВт;

П – потребление электроэнергии, кВт;

Т – отклонение от температуры, С;

КД – обменный курс доллара, руб.;

130,020 – регрессионный остаток.

Исходя из полученного уравнения, видно, что на цену положительное влияние оказывают значение цены предыдущего дня и уровень потребления. Негативное влияние оказывают индекс ММВБ, уровень генерации, отклонение от температуры и обменный курс доллара США.

В уравнении для определения цены включены шесть факторов. Наибольшим влиянием обладает обменный курс доллара, причем данный фактор оказывает негативное влияние и снижает цену электроэнергии. Следующий по величине фактор – это отклонение температуры окружающей среды, который также оказывает негативное влияние и снижает цену на электроэнергию. Затем следуют цена предыдущего дня, индекс РТС, а также потребление и генерация электроэнергии соответственно.

Коэффициент детерминации R^2 равен 93,19%, что говорит о тесноте связи между факторами. Данный коэффициент выявляет правдоподобность составленной модели: насколько точно выбранные факторы объясняют конечный результат, следовательно, чем выше значение коэффициента детерминации, тем лучше. Скорректированный коэффициент детерминации R^2 используется для дальнейшего подтверждения значения модели. С увеличением числа переменных данный коэффициент меняется. Стоит отметить, что чем ближе скорректированный коэффициент детерминации по значению к коэффициенту детерминации R^2 , тем теснее связь между факторами. В нашем случае отклонение составило 0,03 процентных пункта (93,19% - 93,16%), то есть отклонение незначительное.

На основе полученных данных можно утверждать, что между потреблением электроэнергии и ценой существует положительная связь, что говорит о прямо пропорциональной зависимости между рассматриваемыми показателями. Иными словами, коэффициент $b=0,001$, означает следующее: с ростом потребления электроэнергии происходит увеличение цен на электроэнергию. С другой стороны, неэластичность предложения, подтверждаемая низким коэффициентом $b=-0,0007$, также соответствует

выводам таких ученых, как А. Panagiotelis и М. Smith [15], согласно которым предложение электроэнергии в краткосрочном периоде неэластично. Согласно значению коэффициента, существует обратная пропорциональная связь: чем выше генерация электроэнергии, тем ниже цена. И наоборот, с уменьшением объемов генерации электроэнергии происходит увеличение цены. Данный результат совпадает с выводами С. Mari и L. Canana [11], которые полагают, что цену на электроэнергию определяет взаимодействие спроса и предложения на рынке.

Также стоит отметить, незначительный коэффициент b фактора потребления, что говорит о неэластичном спросе на электроэнергию, таким образом подтверждаются выводы Benth et al. [3], согласно которым спрос практически не меняется в краткосрочной перспективе, поэтому не оказывает значительного влияния на уровень. Изменение спроса, обычно, объясняется изменениями в температуре в течение года: теплые лето способствует увеличению спроса в связи с широким использованием охлаждающих приборов, в то время как холодные зимы увеличивают спрос за счет отопительного сезона.

Отклонение от балансовой температуры оказывает негативное влияние на формирование цены на рынке. Полученный коэффициент $b = -4,492$ означает высокую степень зависимости цен от уровня отклонения. Значит, чем больше отклонение температуры, тем ниже цена на электроэнергию. Таким образом, выдвинутая нами гипотеза о зависимости цены на электроэнергию от состояния рынка электроэнергетики подтвердилась.

Производство электроэнергии с помощью топливных ресурсов представляет собой взаимодействие использования как крупномасштабных генераторов топлива с высокой базовой нагрузкой и длительными сроками использования, так и генераторов малой мощности, но с более высокими затратами. Согласно Nektaria V. И др. [14] либерализация рынка приводит к установлению свободных цен на рынках путем ведения конкурентной борьбы между поставщиками и потребителями. В действительности же на рынках зачастую проводят политику сдерживания цен на электроэнергию, несмотря на использование топливных ресурсов, поэтому выявить реальное влияние первичных энергоносителей на цену электроэнергии на рынке оказывается довольно сложным.

Другие исследования также показали, что затраты на топливо не могут влиять на цены электроэнергии. Так, согласно исследованиям Guirguis и Felder [6], это может быть связано с неопределенностью применяемых электростанциями технологий, которые возникают на рынках.

Следует отметить, что все факторы, так или иначе, связанные с первичными энергоносителями, были изъяты из выборки в связи с несоответствием предъявляемым критериям. Это связано скорее всего с неэффективностью рынка электроэнергетики – рынок не может оперативно реагировать на изменения цен на первичные энергоносители. Таким образом, выдвинутая нами гипотеза не подтверждена.

Опираясь на полученные результаты, можно заметить, что статистически значимыми переменными при ценообразовании являются обменный курс доллара США и индекс ММВБ. В данном случае мы видим обратную пропорциональную связь. Коэффициент индекса

ММВБ составил $b = -0,111$. Данный коэффициент показывает обратную зависимость состояния биржи и уровня становления цен на электроэнергетику. Так, с ростом индекса происходит снижение уровня цен на рынке, и, наоборот.

Сильное влияние на формирование цены оказывает именно обменный курс доллара США, коэффициент которого составил $b = -7,132$. В предложенной нами модели можно заметить отрицательную связь между уровнем цен на электроэнергию и обменным курсом валюты. Это объясняется тем, что большинство ресурсов, необходимых для генерации электроэнергии торгуется в долларах США. Так, подавляющее большинство мировых запасов нефти торгуется в долларах США, поэтому изменение этой валюты оказывает значительное влияние на реальную цену нефти. Опираясь на полученный нами результат, видно, что при увеличении обменного курса доллара, произойдет снижение цен на электроэнергию. Следовательно, ослабленный доллар является основной движущей силой роста цен на электроэнергию. Таким образом, выдвинутая нами гипотеза подтверждается.

Уровень цен на электроэнергию зависит от уровня цен предыдущего дня. Предполагается использование знаний о цене на электроэнергию, полученных в прошлом, а именно цену предыдущего дня (C_{t-1}), где C – цена на электроэнергию, t – период.

Данный показатель является статистически значимым в составленной нами модели. С высокой долей вероятности можно утверждать о существовании статистически значимой зависимости цены (C_t) от цены предыдущего дня (C_{t-1}). В рамках исследования данного фактора нами был получен коэффициент $b = 0,932$. Это означает, что между данными показателями существует положительная связь: увеличение цены предыдущего дня приводит к росту цен на электроэнергию, вместе с тем, снижение цен предыдущего дня приводит к общему падению цен на рынке. Это можно объяснить тем, что производители и потребители электроэнергии так или иначе осуществляют ретроспективный анализ цен. В исследованиях Nektaria V. [14] объясняется значение ретроспективного анализа цен на основе знаний о предыдущих уровнях цен с целью снижения риска на рынке. Таким образом, мы можем утверждать, что выдвинутая нами гипотеза подтверждена.

Для более детального изучения влияния факторов на ценообразование электроэнергии рассмотрим применение модели с лагами [2, 8], 10, 30 и 90 дней. Чем больший лаг мы применяем в модели, тем меньше значение коэффициента детерминации R^2 мы получаем. Это говорит о том, что при применении больших лагов теснота связи между факторами ослабевает, вследствие чего падает возможность более точного прогнозирования цены. Таким образом, можно утверждать, что начиная с лага в (-10), разработанная нами модель не имеет смысла, так как значение коэффициента детерминации R^2 начинает резко падать, что говорит о неточности оценки влияния факторов на конечный результат.

Согласно полученным результатам можно сделать вывод о том, что с учетом применения лагов в модели не все факторы изначально становятся статистически значимыми. Так, индекс ММВБ начинает быть статистически значим с пятого лага, фактор генерации – с

шестого, а потребления – только с седьмого. Такие факторы, как цена; отклонение от температуры и обменный курс доллара США проявляют статистическую значимость с лага в (-1). В целом начиная с лага в (-7), факторы полностью становятся статистически значимыми при формировании стратегии ценообразования. Таким образом, в данной статье выявлены факторы, влияющие на стратегию ценообразования на рынке электроэнергетики.

Литература

1. Оптовые цены на электроэнергию [Электронный ресурс]. URL: <http://eex.gov.au/>
2. Bencivenga C., Sargenti G., D'Ecclesia R. Energy markets: crucial relationship between prices. Math. stat. methods actuarial sci. finance. 2010. Pp. 23-32.
3. Benth F., Benth J., Koekebakker S. Stochastic modelling of electricity and related markets // World scientific publishing Co. 2008. No. 11.
4. Ferkingstad E., Løland A., Wilhelmsen M. Causal modeling and inference for electricity markets // Energy econ. 2011. No.33. Pp. 404-412.
5. Geman H., Roncoroni A. Understanding the fine structure of electricity prices // Journal of business. 2006. No. 79. Pp. 1225-1261.
6. Guirguis H., Felder F. Further advances in forecasting day-ahead electricity prices using time series models // IEEE International Transactions on power engineering. 2004. No. 4-A. Pp. 159-166.
7. Haldrup N., Nielsen M. Directional congestion and regime switching in a long memory model for electricity prices // Non-linear Anal. 2006. No. 10.
8. Le Pen Y., Sévi B. Volatility transmission and volatility impulse response functions in European electricity forward markets // Energy econ. 2010. No. 32. Pp. 758-770.
9. Lindström E., Regland F. Modeling extreme dependence between European electricity markets // Energy econ. 2012. No. 34. Pp. 899-904.
10. Marckhoff J., Wimschulte J. Locational price spreads and the pricing of contracts for difference: evidence from the Nordic market // Energy econ. 2009. No. 31. Pp. 257-268.
11. Mari C., Canana L. Markov switching of the electricity supply curve and power prices dynamics // Physica. 2012. No. A 391. Pp. 1481-1488.
12. Mjelde J., Bessler D. Market integration among electricity markets and their major fuel source markets // Energy econ. 2009. No. 31. Pp. 482-491.
13. Neil C. Schofield commodity derivatives: markets and applications, 2007.
14. Nektaria V. Karakatsani D.W. Bunn Intra-day and regime-switching dynamics in electricity price formation // Energy econ. 2008. No. 30. Pp. 1776-1797.
15. Panagiotelis A., Smith M. Bayesian density forecasting of intraday electricity prices using multivariate skew t distributions International // Journal of Forecasting. 2008. No. 24. Pp. 710-727.
16. Vucetic S., Tomsovic K., Obradovic Z. Discovering price-load relationships in California electricity market // IEEE transactions on power systems. 2001. No. 16. Pp. 280-286.

Ключевые слова

Электроэнергетика; ценообразование; зона Европы; цены на ресурсы; эконометрическое моделирование.

Федорова Елена Анатольевна

Зейналян Аргисhti Сержигович

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность рецензируемой статьи обусловлена преобразованиями, которые состоялись в электроэнергетике Российской Федерации в процессе ее реформирования, которые означают кардинальное изме-

нение как системы организации отрасли в целом, так и принципов ценообразования: переход от затратного подхода к рыночному установлению цен. В условиях развития рыночного ценообразования вопросы по поводу установления цен на электроэнергию (мощность) становятся одними из самых актуальных, поскольку во многом определяют результат работы энергокомпаний на рынке, и сложных, так как требуют совершенствования методик и стратегий ценообразования. Именно поэтому в новых, рыночных условиях, исследование основ принятия решения о ценах и вопросы формирования стратегии ценообразования на рынке электроэнергетики приобретают особую актуальность.

В статье освещены основные аспекты ценообразования на рынке электроэнергетики РФ по европейской зоне. Описаны и проанализированы различные подходы к формированию цен на данном рынке. Практическая значимость представленной работы заключается в том, что модель, представленная в данной статье, позволяет спрогнозировать изменение цен на рынке и сформировать рациональную стратегию ценообразования.

Лукаевич И Я., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой «Финансовый менеджмент» Финансового университета при Правительстве РФ.