

ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

INFORMATION AND MATHEMATICAL SUPPORT OF ECONOMIC PROCESSES

УДК 336.12

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Ю.А. Анисимова, к.э.н., доцент

Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

Анисимова Ю.А. Сучасні підходи побудови фінансових інструментів на ринках електричної енергії.

У статті розглянуто необхідність розвитку фінансового сектора ринку електричної енергії. Аналіз російських і зарубіжних джерел дозволив визначити особливості ринку електричної енергії. Розглянуто алгоритм визначення розрахункової ціни ф'ючерсних контрактів і варіаційної маржі.

Ключові слова: ринок електричної енергії, ризики, ф'ючерси, розрахункова ціна, варіаційна маржа

Анисимова Ю.А. Современные подходы построения финансовых инструментов на рынках электрической энергии.

В статье рассмотрена необходимость развития финансового сектора рынка электрической энергии. Анализ российских и зарубежных источников позволил определить особенности рынка электрической энергии. Рассмотрен алгоритм определения расчетной цены фьючерсных контрактов и вариационной маржи.

Ключевые слова: рынок электрической энергии, риски, фьючерсы, расчетная цена, вариационная маржа

Anisimova I.A. Modern approach to the construction of financial instruments at market of electric energy.

The article discusses the need to develop the financial sector electricity market. Analysis of Russian and foreign sources has allowed to define particular electricity market. An algorithm for determining the settlement price of futures contracts and variation margin.

Keywords: electricity market, risks, futures settlement price, the variation margin

В настоящее время одной из базовых составляющих оптового рынка электрической энергии является моделирование возможных рыночных ситуаций. Критерии оптимальности позволяют построить базовые модели развития рынков электрической энергии. Структурные изменения энергетической системы. Структурные изменения в энергетической системе привели к самостоятельности субъектов рынка электроэнергетики в принятии решений ввода-вывода производственных мощностей, определению объема выработки электрической энергии и базовой цены. Принимая во внимание, что в рамках новой модели рынок электроэнергетики функционирует непродолжительный период времени, то весьма актуальной становится задача оптимизации развития энергосистемы.

Анализ последних исследований и публикаций

Первые исследования моделирования рынка, проводимые Э. Чемберленом [1], отразили новую модель ценообразования в условиях небольшого числа продавцов. В дальнейшем различные модели поведения продавцов на товарных рынках были рассмотрены в трудах Джоан Робинсон [2], Джона фон Неймана и Оскара Моргенштерна [3]. В работе "Power system economics: designing markets for electricity" Стивен Стофт [4] проводит исследования ценообразования, волатильности цен и маржинальных затрат на рынке электрической энергии. В настоящее время вопросы построения моделей и финансовых инструментов, применительно к рынку электрической энергии, рассматриваются в работах Лисина Е.М. [5, 6], Стрелковского В. [5], Гришовой И. [14, 16], Кузеля В. [15]. Актуальным становится разработка устойчивых моделей рынка и надежных инструментов, предоставляющих возможность субъектам рынков электроэнергетики зафиксировать для себя

приемлемую цену на электроэнергию в будущие периоды [7, 8, 9,].

Целью проводимого исследования является построение модели финансовой составляющей рынка электрической энергии, с помощью которой появляется возможность снижения рисков для участников рынка.

Изложение основного материала

Зарубежный опыт построения моделей рынка электрической энергии свидетельствует о заинтересованности продавцов и покупателей электроэнергии в управлении финансовыми рисками. Это обусловлено возможностями, которые открываются перед участниками рынка: конструирование доходных финансовых инструментов, хеджирование рисков участников, возможности для институциональных инвесторов и т.д. [10, 11].

Рассмотрим конструирование финансовых инструментов на оптовом рынке электрической энергии в России. Модель оптового рынка электрической энергии включает в себя несколько секторов, которые отличаются условиями заключения сделок и сроками поставки: сектор свободных договоров, рынок на сутки вперед, балансирующий рынок [12]. Модель описывается как «мгновенная» конкуренция [5], т.е. участники рынка в единый момент времени заключают сделки на поставку энергии, обмениваются обязательствами и получают выгоду.

Особенностью оптового рынка является, что используемые ранее регулируемые договора с 2011 г. в пределах ценовых зон оптового рынка электроэнергии заключаются только в отношении объемов электроэнергии, предназначенных для

поставок населению, приравненным к населению группам потребителей, а также гарантирующим поставщикам, действующим на территории республик Северного Кавказа, Республики Тыва и республики Бурятия [12]. Объемы электроэнергии, не покрываемые регулируемыми договорами, реализуются по нерегулируемым ценам в рамках свободных договоров, рынка на сутки вперед и балансирующего рынка.

Для снижения существующих рисков ситуаций применяют свободный двусторонний договор и фьючерсный контракт. Оба вида договоров не предусматривают фактическую поставку электроэнергии от контрагента к контрагенту, что характеризует договорные модели как финансовые. Свободный двусторонний договор представляет собой соглашение в отношении цены в группе точек поставки по договору, когда два субъекта на основании своих прогнозов фиксируют цену в договоре таким образом, чтобы получить относительно своего прогноза желаемый экономический эффект [12].

Рынок «на сутки вперед» представлен на ОАО «Московская энергетическая биржа». На бирже осуществляется оператор конкурентный отбор ценовых заявок поставщиков и покупателей за сутки до реальной поставки электроэнергии с определением цен и объемов поставки на каждый час суток. [13] На рынке на сутки вперед осуществляется маргинальное ценообразование, т.е. цена определяется по самой дорогой заявке на поставку электрической энергии. На рисунке 1. представлен механизм формирования заявок и цен на рынке «на сутки вперед».

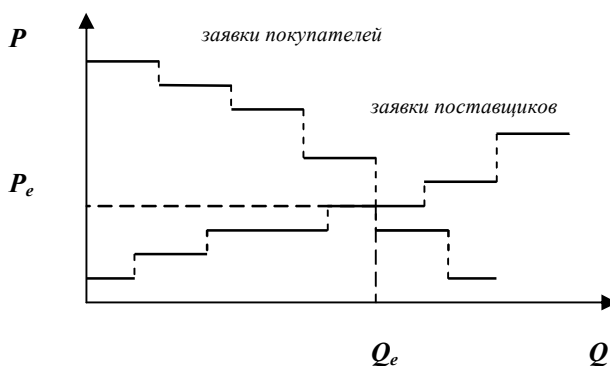


Рис. 1. Формирование заявок и цен на рынке «на сутки вперед»

Расчетные показатели рынка «на сутки вперед» определяются для каждого узла оптимизационной модели в отношении часа следующих суток. На основе полученных результатов формируются данные плановых показателей: почасового потребления, почасового производства и равновесной цены.

Поскольку на данном секторе возможны ситуации манипулирования ценами, то в первую

очередь рассматриваются заявки на поставку с наименьшей ценой.

Объемы электроэнергии, реализуемые в рамках двусторонних договоров и рынка на сутки вперед, формируют плановое потребление электроэнергии. Однако фактическое потребление отличается от планового. Торговля отклонениями от планового производства-потребления осуществляется в режиме реального времени на балансирующем рынке. Каждые три часа до часа факти-

ческой поставки системный оператор проводит дополнительные конкурентные отборы заявок поставщиков с учетом прогнозного потребления в энергосистеме, экономической эффективности загрузки станций и требований системной надежности. [13]

На балансирующем рынке торговля проводится в форме конкурентного отбора. На рисунке 2. представлена стратегия конкурентного отбора на балансирующем рынке.

Полная либерализация рынка электрической энергии в России привела к возникновению следующих рисков:

- большая часть потребителей вынуждена оплачивать все отклонения по цене, что приводит к увеличению риска неплатежей;
- при заключении долгосрочных договоров сбытовые компании несут риски отклонения фактических цен от контрактных;
- риск прогнозирования потребляемого объема и цен электрическую энергию;
- риск точности прогноза уровня прибыли для крупных участников, являющихся акционерными обществами. [9, 15]

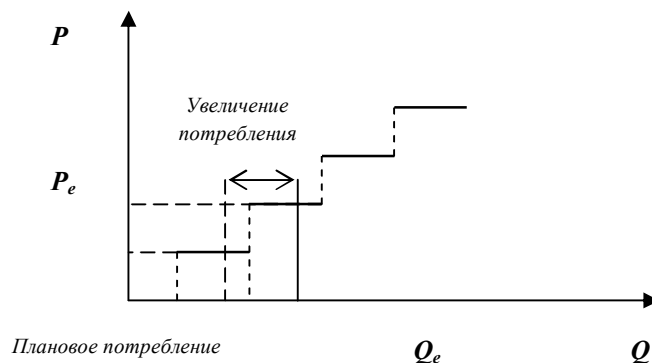


Рис. 2. Стратегия конкурентного отбора на балансирующем рынке

Для управления рисками широко используются инструменты срочного рынка – фьючерсные и опционные контракты. Используя производные финансовые инструменты, производители электроэнергии получают возможность зафиксировать для себя приемлемую цену продажи электроэнергии на будущие периоды, а потребители – возможность погасить ценовые колебания.

В настоящее время предоставляет возможность заключения фьючерсных контрактов, базовым активом которых являются индексы средних цен электроэнергии на рынке на сутки вперед по хамам. Поскольку фьючерсные контракты являются биржевым инструментом и заинтересованность в них проявляют не только сами участники, но и институциональные инвесторы.

В рамках Московской энергетической биржи основу финансового сектора составляют участники, заинтересованные в управлении финансовыми рисками на рынке на сутки вперед, хеджеры и биржевые спекулянты.

Современные подходы в управлении рисковыми ситуациями на рынках электроэнергии основаны на внесении первоначальной маржи при открытии торговых позиций. Дальнейшим основанием изменения фактического значения маржи является соотношение между текущей ценой фьючерсного контракта и номинальной ценой. Выход из ситуации, при которой наблюдается превышение первоначальной маржи над расчетной суммой, возможен следующими способами:

- принудительное закрытие позиции расчетной палатой;
- погашение участником разницы до конца текущего рабочего дня;
- погашение разницы регулятором рынка – институциональным инвестором. [11]

Вариативность способов погашения самим участником или регулятором рынка обуславливает применение новых финансовых инструментов, позволяющих хеджировать риски и сохранять устойчивость субъектов.

Формирование стратегии фьючерсных контрактов определяется объемами поставки электрической энергии. Так, для полный хедж соответствует хеджируемому объему поставки, а частичный хедж – меньшему объему.

На российском рынке электроэнергии применяется узловая модель, при которой расчетная модель хама определяет ценовой индикатор. Средние ценовые индексы в узловой модели не позволяют достичь полного хеджа.

Рассмотрим фьючерсные контракты, имеющие обращение на энергетической бирже на примере Московской энергетической бирже. По своей структуре, контракты являются расчетными, а следовательно не требуют поставки базового актива и исполняются перечислением вариационной маржи. Основные виды фьючерсных контрактов, обращающихся на Московской энергетической бирже:

- фьючерсный контракт ЕСВМ-Месяц. Год – фьючерс на индекс средней цены электроэнергии в хабе «Центр» в базовые часы периода поставки;
- фьючерсный контракт ЕСРМ-Месяц. Год – фьючерс на индекс средней цены электроэнергии в хабе «Центр» в пиковые часы периода поставки;
- фьючерсный контракт ЕУВМ-Месяц. Год – фьючерс на индекс средней цены электроэнергии в хабе «Урал» в базовые часы периода поставки;
- фьючерсный контракт ЕУРМ-Месяц. Год – фьючерс на индекс средней цены электроэнергии в хабе «Урал» в пиковые часы периода поставки;
- фьючерсный контракт СКВМ-Месяц. Год – фьючерс на индекс средней цены электроэнергии в хабе «Кузбасс» в базовые часы периода поставки;
- фьючерсный контракт СКРМ-Месяц. Год – фьючерс на индекс средней цены электроэнер-

гии в хабе «Кузбасс» в пиковые часы периода поставки. [14]

Практика применения заключается в выборе фьючерсного контракта на рынке на сутки вперед. Необходимыми исходными условиями для заключения фьючерсного контракта на оптовом рынке электрической энергии являются:

- 1) Период исполнения Т_{исп.} – календарный месяц.
- 2) Часы поставки t – базовые или пиковые часы.
- 3) Количество часов поставки $Q = T_{исп.} \times t$
- 4) Объем поставки V_э.
- 5) Цена заключения контракта P_э.

На основании исходных данных рассчитывают объем контракта ($K = V_{э} \times Q$) и его стоимость ($P_k = P_{э} \times K$). На рисунке 3 представлена динамика торгов фьючерсных контрактов на электроэнергию.

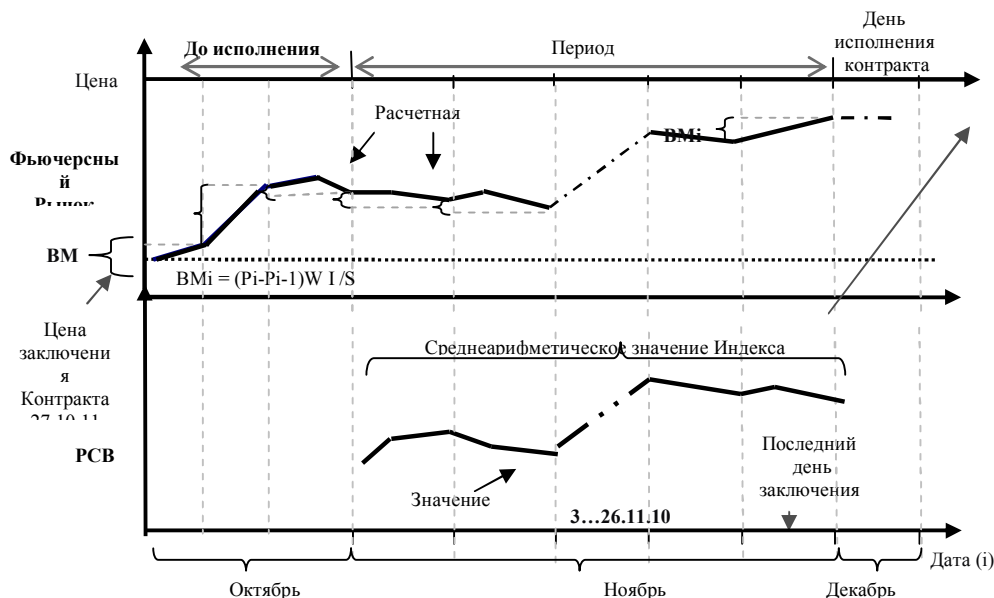


Рис. 3. Торги фьючерсными контрактами на оптовом рынке электроэнергии

В настоящее время обращение фьючерсных контрактов на оптовом рынке электроэнергии осуществляется ежедневно с различными периодами исполнения и в совокупности узлов. Поскольку фьючерсные контракты изначально были предназначены для хеджирования рисков производителей и потребителей товаров, целесообразно рассмотреть применение контрактов на Московской энергетической бирже.

Определение расчетной цены на фьючерсный контракт является основанием для расчетов вариационной маржи, установление границ колебания цены и размера страховых взносов. Значение, принимаемое как расчетная цена, соответствует цене на конец торговой сессии. В таблице 2 при-

веден алгоритм определения расчетной цены фьючерсного контракта.

В случае отсутствия активных заявок на покупку принимается предыдущая расчетная цена. Предположим, что в первом сценарии расчетная цена принимается как среднearифметическое, во втором и третьем – цена равна цене лучшей активной заявки.

Вариативность сценариев определения расчетной цены зависит от условий торговой сессии на энергетической бирже. На рис. 4 представлена динамика расчетной цены за период 1-31 марта 2011 г.

По итогам всех торговых дней определяется конечная расчетная цена рассматриваемого пе-

риода исполнения контракта. Определение конечной расчетной цены основано на обязательствах по расчетам.

Таблица 2. Сценарии определения расчетной цены фьючерсного контракта

Условие	Сценарий 1			Сценарий 2			Сценарий 3		
	Продажа	Цена	Покупка	Продажа	Цена	Покупка	Продажа	Цена	Покупка
Окно заявок	240	741					240	741	
	30	740					30	740	
		738	100		738	100			
		732	200		732	200			
		723	900		723	900			
		700	1000		700	1000			
Расчетная цена	Цена на покупку – 738 руб. Цена на продажу – 740 руб. Усредненная цена – $\frac{738+740}{2} = 739$ руб.			Предыдущая расчетная цена 732 руб. Активные заявки на продажу отсутствуют. Лучшая цена заявки на покупку 738 руб., т.е. выше предыдущей расчетной цены в 732 руб. Расчетная цена будет равна 738 руб.			Предыдущая расчетная цена 740 руб. Активные заявки на покупку отсутствуют. Лучшая цена заявки на продажу 741 руб., т.е. выше предыдущей расчетной цены в 740 руб. Расчетная цена будет равна 741 руб.		

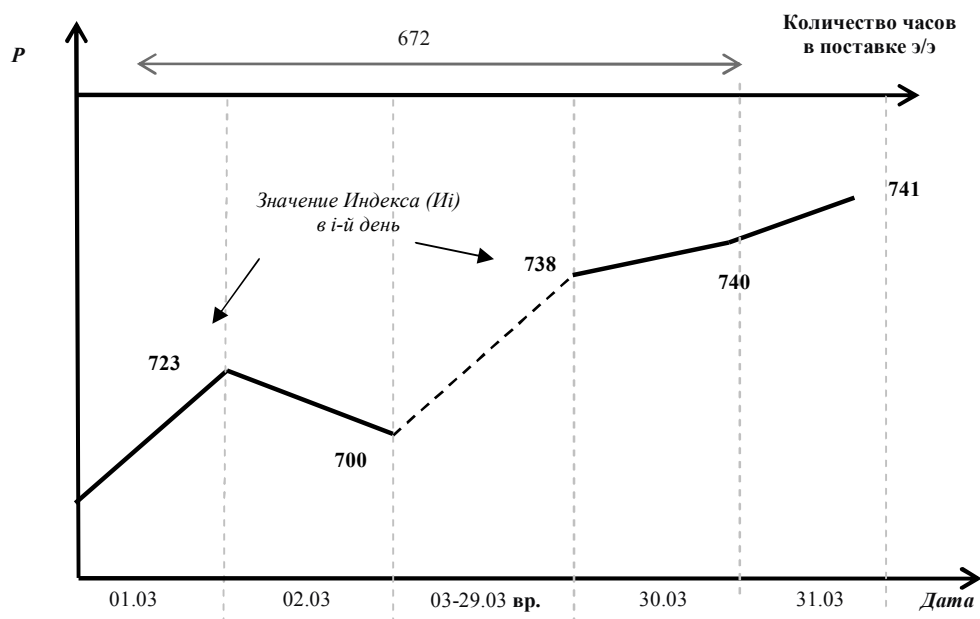


Рис. 4. Динамика изменения расчетной цены фьючерсного контракта

Принимая во внимание различные условия определения расчетной цены фьючерсного контракта:

$$\text{Расчетная цена} = \frac{700 + 723 + \dots + 740 + 741}{31}$$

Значение конечной расчетной цены является основанием для определения гарантийного обеспечения и вариационной маржи по фьючерсным контрактам.

Этап 2. Расчет гарантийного обеспечения по фьючерсным контрактам. Составной частью в управлении рисками является определение гарантийного обеспечения, которое рассчитывается в целом по портфелю и зависит от величины риска по портфелю, определяется путем оценки потенциальной стоимости закрытия позиций участника.

Этап 3. Расчет вариационной маржи по фьючерсным контрактам.

Вариационная маржа списывается с участника, для которого изменение цен произошло в неблагоприятном направлении. Таким образом, перечисление денежных средств обеспечивает снижение финансового риска неисполнения обязательств по срочным сделкам из-за значительной разницы между ценой заключения и текущей ценой. [13] На рис. 5 представлен механизм формирования вариационной маржи.

Расчет вариационной маржи осуществляется по следующим формулам:

$$BM_o = \frac{(P_i - Z) \times W_i}{S}, \quad (3)$$

$$BM_i = \frac{(P_i - P_{i-1}) \times W_i}{S}, \quad (4)$$

где BM_o – вариационная маржа по фьючерсному контракту, по которому расчет вариационной маржи ранее не осуществлялся;

BM_i – вариационная маржа по фьючерсному контракту, по которому расчет вариационной маржи осуществлялся ранее;

Z – цена заключения фьючерсного контракта;

P_i – текущая расчетная цена фьючерсного контракта в i -й день;

P_{i-1} – предыдущая расчетная цена фьючерсного контракта;

W_i – стоимость минимального шага цены в i -й день;

S – минимальный шаг цены.

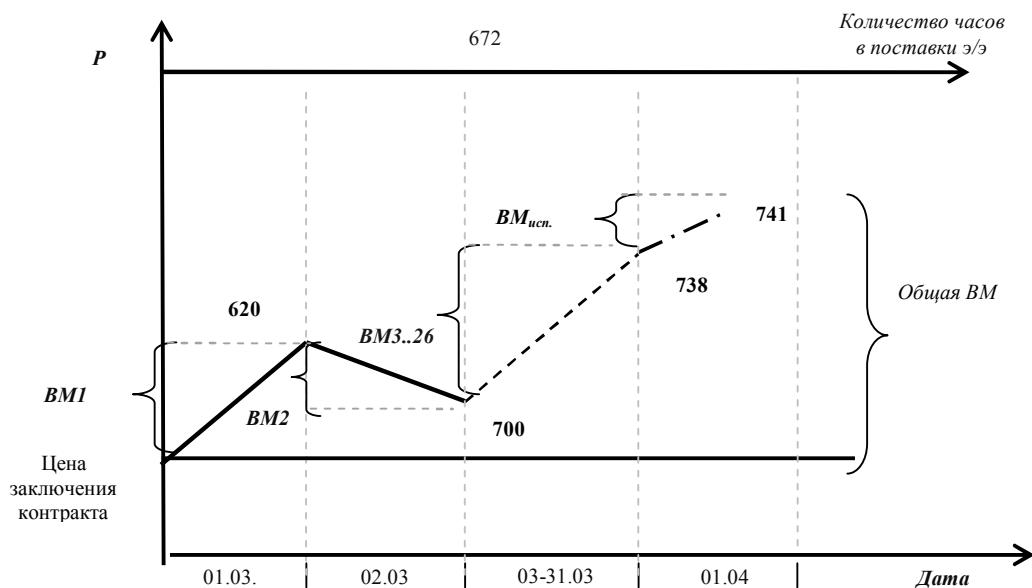


Рис. 5. Механизм формирования вариационной маржи

В финансовом секторе энергетической биржи для каждого фьючерсного контракта с определенным сроком исполнения устанавливаются лимиты колебаний цен сделок. Предусматривается Правилами проведения торгов порядок изменения в зависимости от конъюнктуры рынка в ходе торгового дня. Например, если в ходе торгов цена фьючерсного контракта достигает своего лимита колебаний цен сделок, то лимит увеличивается на 50% от начального значения. Возобновление подобной ситуации в рамках одного торгового дня, изменение ограничений волатильности цен сделок производится с учетом суммы свободных средств, внесенных участниками клиринга на клиринговые регистры, а также средств Резервного и Страхового фондов энергетической биржи.

Выводы

Проведенные расчеты по определению расчетной цены и вариационной маржи для участников показывают возможности финансовой составляющей рынка электрической энергии. Так, продавцы

и генерирующие компании, применяя на практике финансовые инструменты, смогут стабилизировать поток денежных средств от продажи электроэнергии и точно прогнозировать объем будущих денежных поступлений от продажи электроэнергии. Потребители электрической энергии могут сократить риск колебаний цен на рынках электрической энергии, тем самым осуществляя выполнение задач в части затрат на электрическую энергию. Сбытовые компании получают дополнительную прибыль, используя финансовые инструменты с дополнительными характеристиками, от разницы отпускной цены для потребителя и ценой фьючерса.

Список літератури:

1. Чемберлин Э. Теория монополистической конкуренции (Реориентация теории стоимости) / пер. с англ. Э. Г. Лейкина и Л.Я. Розовского. – М.: Экономика, 1996. – 351 с.
2. Джоан Робинсон. Экономическая теория несовершенной конкуренции. М.: Прогресс, 1986
3. Ольсевич Ю.Я. Конкуренция и монополия в условиях рыночной и переходной экономики – М.: Экономика, 2006 – 528 с.
4. Stoft S. Power system economics: designing markets for electricity, in Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Press – 2002. – 46 с.
5. Лисин Е.М., Стриелковски В., Григорьева А.Н., Анисимова Ю.А.. Современные подходы к разработке моделей рынков электроэнергии и исследованию влияния рыночной силы конъюнктуры / Е.М. Лисин, В. Стриелковски, А.Н. Григорьева, Ю.А. Анисимова // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2013. – № 1 (23) – С. 188-198.
6. Lisin E., Grigoryeva A. (2012). Generators' strategic behaviour reserch based on the agent approach to the power market modeling. – Czech Journal of Social Sciences, Business and Economics, VOL. 1, ISSUE 1, pp. 75-81.
7. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Теория риска и моделирования рискованных ситуаций: учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – М.: Дашков и Ко, 2006. – 880 с.
8. Яновский Л.П., Лебедевская Е.А. Прогнозирование волатильности как способ управления финансовыми рисками / Л.П. Яновский, Е.А. Лебедевская // Финансы и кредит. – 2010. – № 40. – С. 2 – 8.
9. Анисимова Ю.А. Применение финансовых инструментов в условиях либерализации российского рынка электрической энергии и мощности / Ю.А. Анисимова // Вестник СамГУПС. – 2009. – Т. 2. № 5. – С. 117а-121.
10. Анисимова Ю.А. Среда формирования инструментов хеджирования на оптовом рынке электрической энергии (мощности) / Ю.А. Анисимова // Вестник СамГУПС. – 2009. – Т. 1. № 6. – С. 74-79.
11. Пучкова О.В. Институциональные условия формирования инвестиционной среды: автореф. дис. на соискания степени канд. эконом. наук : специальности 08.00.01 – «Экономическая теория» / Пучкова Ольга Вячеславовна; Самарская государственная экономическая академия – Самара, 2004. – 22 с.
12. Министерство энергетики Российской Федерации – [Электронный ресурс]. Режим доступа: – <http://minenergo.gov.ru> – свободный. Дата просмотра – 20.11.2013.
13. Московская энергетическая биржа – [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.itinvest.ru> – свободный. Дата просмотра – 15.09.2013.
14. Вплив інституціональної структури на розвиток інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств [Електронний ресурс] / І.Ю. Гришова, В.О. Непочатенко // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2013. – № 2 – С. 47-51. – Режим доступу до журн.: <http://economics.opu.ua/files/archive/2013/n2.html>
15. Кужель В.В. Державна підтримка регіональних програм інноваційного розвитку [Електронний ресурс] / І.Ю. Гришова, В.А. Замлинський, В.В. Кужель // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2013. – № 2 – С. 201-206. – Режим доступу до журн.: <http://economics.opu.ua/files/archive/2013/n2.html>
16. Гришова И.Ю. Финансовое обеспечение перерабатывающих предприятий в контексте формирования финансовых потоков. / И.Ю. Гришова// Азимут научных исследований: экономика и управление. – Россия. – 2012. – № 1. – С.22-24.

Надано до редакції 28.02.2014

Анісімова Юлія Олексіївна / Iuliia A. Anisimova
u.anisimova@tltu.ru

Посилання на статтю / Reference a Journal Article:

Современные подходы построения финансовых инструментов на рынках электрической энергии [Электронный ресурс] / Ю.А. Анисимова // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2014. – № 3 (13). – С. 172-178. – Режим доступу до журн.: <http://economics.opu.ua/files/archive/2014/n3.html>