

Эконометрический анализ факторов спроса на электроэнергию в России.

1. Цель работы: выявление и количественная оценка факторов спроса на электроэнергию в России с целью построения среднесрочного прогноза электропотребления.

2. Задачи:

1. Обзор существующих зарубежных и отечественных работ по данной тематике.
2. Обоснование и оценка выбранных спецификаций модели спроса на электроэнергию
3. Построение прогноза спроса на электроэнергию в России до 2010 года.
4. Сравнение полученных прогнозов с существующими прогнозами спроса на электроэнергию в России.

3. Актуальность проблемы.

2006 год: резкий рост спроса на 3,8%.

РАО «ЕЭС»: пролонгация текущего шока на долгосрочную перспективу, необходимость развертывания инвестиционной программы по введению дополнительных энерго мощностей.

Независимые исследователи: выяснение природы шока спроса, научное обоснование альтернативных прогнозов спроса для анализа обоснованности расходования средств на инвестиционную программу.

4. Классификация работ посвященных оценке эластичностей спроса на электроэнергию.

Критерий №1: Тип спроса

- со стороны жилищного сектора
- со стороны коммерческого сектора и торговли
- со стороны промышленности
- со стороны национальной экономики (всех отраслей)

Критерий №2: Уровень агрегации (единица наблюдений)

- домашнее хозяйство
- (производственное предприятие)
- город
- компания-поставщик электроэнергии
- регион (штат)
- страна

Критерий №3: Тип данных

- пространственная выборка
- временной ряд
- панельные данные

Таблица 1. Классификационная таблица работ посвященных оценке эластичностей спроса на электроэнергию.

Тип данных	Уровень агрегации (единица наблюдений)				
	домашнее хозяйство	город	компания-поставщик электроэнергии	регион (штат)	страна
Спрос со стороны жилищного сектора					
пространственная выборка	Lee, Singh 1994	Houthakker 1951		Anderson 1973	
		Wilson 1971		Yang 1978	
временной ряд			Murray, Spann, Pulley, Beauvais 1987	Lakhani, Bumb 1978	Houthakker, Taylor 1970
					Hondoyiannis 2004
					Holtedahl, Joutz 2004
					Kamerschen, Porter 2004
					Halicioglu 2007
панельные данные			Lyman 1973	Fisher, Kaysen 1962	
				Mount, Chapman, Tyrell 1973	
				Houthakker, Verleger, Sheenan 1973	
				Halvorsen 1975	
				Westley 1984	
Спрос со стороны коммерческого сектора и торговли					
временной ряд			Murray, Spann, Pulley, Beauvais 1987	Lakhani, Bumb 1978	
панельные данные			Lyman 1973	Mount, Chapman, Tyrell 1973	
Спрос со стороны промышленности					
пространственная выборка				Anderson 1971	
временной ряд			Murray, Spann, Pulley, Beauvais 1987	Lakhani, Bumb 1978	Baxter, Rees 1968
					Kamerschen, Porter 2004
панельные данные			Lyman 1973	Mount, Chapman, Tyrell 1973	
Спрос со стороны национальной экономики (всех отраслей)					
временной ряд			Murray, Spann, Pulley, Beauvais 1987		Kamerschen, Porter 2004
					Лукаш, Поливин, Савин 2006

Источник: составлено автором.

5. Включение объясняющих переменных в функцию спроса

- Доход (или выпуск) и цены на электроэнергию исходя из функции спроса (все авторы):

$$Q_i^D = \beta_1 + \beta_2 P_i + \beta_3 Y_i + \varepsilon_i$$
- Цены других видов топлива – заменителей электроэнергии. Чаще всего включают цену газа, редко – цену угля, кокса, нефти (Anderson 1971, 1973)
- Переменные характеризующие климатические условия: 2 типа
 А) Средняя температура января и июля (Anderson 1973; Mount, Chapman, Tyrell 1973)

Пестова Анна. Эконометрический анализ факторов спроса на электроэнергию в России.
 Б) HDD и CDD – heating degree days, cooling degree days – количество дней обогрева (охлаждения)

$$HDD = \sum_{i=1}^n \max(0, T^* - t_i), \quad CDD = \sum_{i=1}^n \max(0, t_i - T^*)$$

n – количество дней во временном промежутке (месяце, квартале, году),
 T^* - пороговая температура,

6. Эконометрические методы оценки спроса на электроэнергию.

- *Коинтеграционный анализ*
- Оценка систем одновременных уравнений
- Применение VAR моделей

7. Оценка эластичностей спроса на электроэнергию для России.

7.1. Описание выбранных моделей спроса на электроэнергию.

Модель Фишера-Кейзена: $\ln q_t - \ln q_{t-1} = \gamma + \alpha(\ln P_t - \ln P_{t-1}) + \beta(\ln Y_t - \ln Y_{t-1})$

Модель частичной корректировки: $\ln q_t = \alpha\varphi + (1 - \varphi)\ln q_{t-1} + \beta_1\varphi\ln P_t + \dots + \beta_k\varphi\ln Y_t + \nu_t$,

7.2. Оценка эластичностей спроса на электроэнергию в России на основе годовых данных.

Зависимая переменная: *потребление электроэнергии* по России за год (**KWH**, млрд. КВт-ч).

Объясняющие переменные:

1. *реальный ВВП* в ценах 2000 года (**YR**, в млрд. руб.)
2. *реальные средние цены производителей электроэнергии* на конец года в ценах 2000 года (**P**, руб. за тыс. КВт-ч.).
3. Средние *температуры января и июля* рассчитаны как средневзвешенные по электропотреблению регионов России температуры января и июля в регионах (**JAN, JUL**, в градусах Цельсия).

Таблица 2. Основные результаты по модели Фишера-Кейзена, годовые данные.

Зависимая переменная $\Delta\text{LN}(\text{KWH})$, порядок интегрируемости - I(0)									
Спецификация	Sample	Объясняющие переменные					Константа	Adj R-squared	Prob (F-stat)
		$\Delta\text{LN}(\text{YR})$	$\Delta\text{LN}(\text{P})$	$\Delta\text{LN}(\text{JAN})$	AR(1)	MA(1)			
		I(0)	I(0)	I(0)					
1	1995-2007	0,419*	-0,049*		-0,38**		-0,006*	0,826	0
2	1994-2006	0,448*	-0,039*			-0,99*	-0,007*	0,942	0
3	1994-2007	0,467*					-0,007**	0,85	0
4	1998-2006	0,249*		0,027*			0,006	0,848	0,001

Источник: составлено автором с использованием пакета EViews.

Примечание

* - коэффициент значим на 5% уровне

** - коэффициент значим на 10% уровне

Логарифм абсолютного значения температуры января.

Таблица 3. Основные результаты по модели частичной коррективы, годовые данные.

Зависимая переменная LNKWH, порядок интегрируемости - I(1)									
Спецификация	Sample	Объясняющие переменные					Константа	Adj R-squared	Prob (F-stat)
		LNKWH(-1)	LNYSR	LNP	LNJAN	MA(1)			
		I(1)	I(1)	I(1)	I(1)				
1	1993-2006	0,848*		-0,101*			1,669*	0,87	0
2	1993-2005	0,271*	0,233*	-0,034*		-0,978*	3,061*	0,991	0
3	1993-2006	0,291*	0,269*				2,398*	0,958	0
4	1998-2006		0,333*			0,025*	3,731*	0,993	0

Источник: составлено автором с использованием пакета EViews.

Примечание:

* - коэффициент значим на 5% уровне

** - коэффициент значим на 10% уровне

В каждой спецификации ряды коинтегрируемы.

7.3. Оценка эластичностей спроса на электроэнергию для России на основе квартальных данных.

Описание рядов данных.

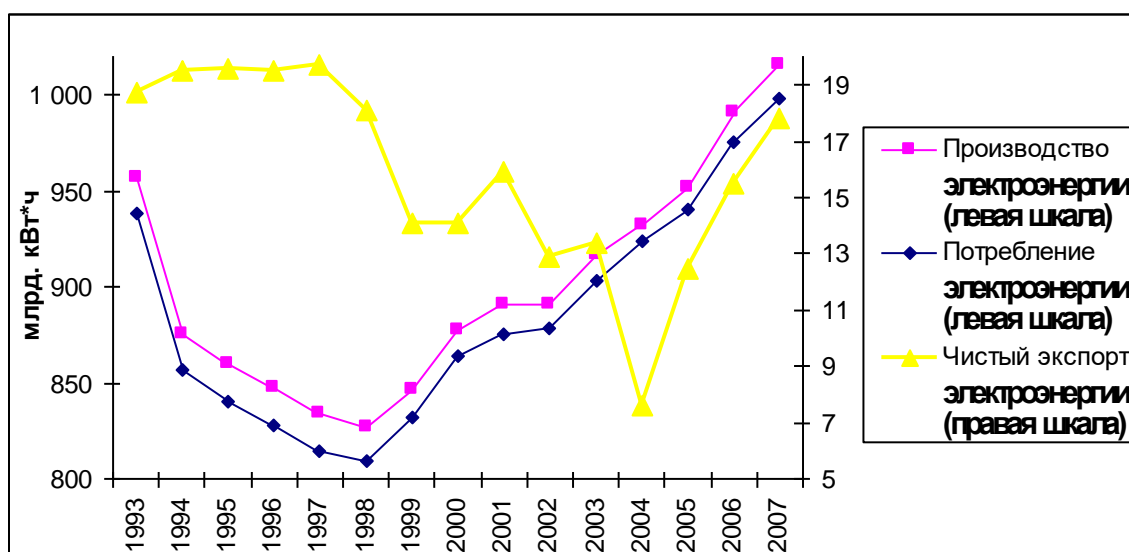
Зависимые переменные:

1. **производство электроэнергии** в России за квартал скорректированное на сезонность (KWH_trend, млн. кВт-ч).
2. **производство электроэнергии** в России за квартал НЕ скорректированное на сезонность (KWH, млн. кВт-ч).

Объясняющие переменные:

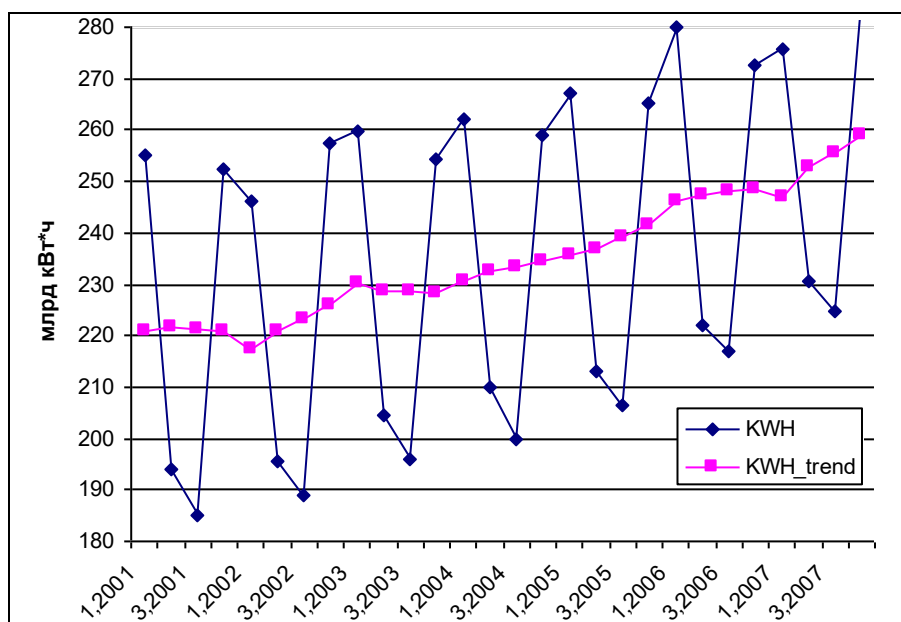
1. **реальный ВВП** в 1 квартала 2003 года для квартальных данных (YR, в млрд. руб.)
2. **реальные средние цены производителей на электроэнергию**, отпущенную различным категориям потребителей в ценах 1 кв. 2003 года (P, руб. за тыс. кВт-ч).
3. **Среднеквартальная температура** рассчитана как средневзвешенная по электропотреблению регионов России среднеквартальная температура в столицах регионов (TEMP, в градусах Кельвина = °C+273,15).

Рисунок 1. Динамика производства, потребления и чистого экспорта электроэнергии в России.



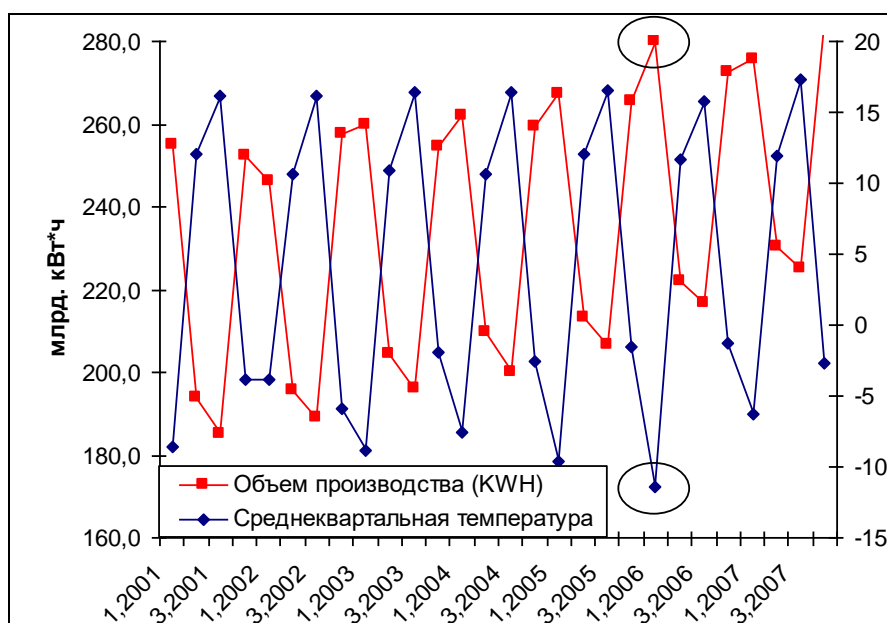
Источник: построено автором.

Рисунок 2. Динамика поквартального производства электроэнергии (KWH) и скорректированного на сезонность производства электроэнергии (KWH_trend).



Источник: построено автором.

Рисунок 3. Связь производства электроэнергии, не скорректированного на сезонность, и среднеквартальной температуры.



Источник: построено автором.

Таблица 4. Основные результаты по модели частичной корректировки, квартальные данные с зависимой переменной – LNKWH_trend.

Зависимая переменная LNKWH_trend, порядок интегрируемости - I(1)							
Спецификация	Sample	Объясняющие переменные			Константа	Adj R-squared	Prob (F-stat)
		LNKWH_trend(-1)	LNRYR	LNP			
		I(1)	I(1)	I(1)			
1	2001:2-2007:4	0,59*	0,16*		3,75*	0,976	0
2	2001:1-2007:4		0,34*	-0,06**	9,93*	0,969	0

Источник: составлено автором с использованием пакета EViews.

Примечание:

* - коэффициент значим на 5% уровне

** - коэффициент значим на 10% уровне

Таблица 5. Основные результаты по модели частичной корректировки, квартальные данные с зависимой переменной – LNKWH.

Зависимая переменная LNKWH, порядок интегрируемости - I(1)						
Спецификация	Sample	Объясняющие переменные		Константа	Adj R-squared	Prob (F-stat)
		LNYR	LNTEMP			
		I(1)	I(1)			
1	2001:1-2007:4	0,41*	-3,4*	28,16*	0.962	0

Источник: составлено автором с использованием пакета EViews.

Примечание:

* - коэффициент значим на 5% уровне

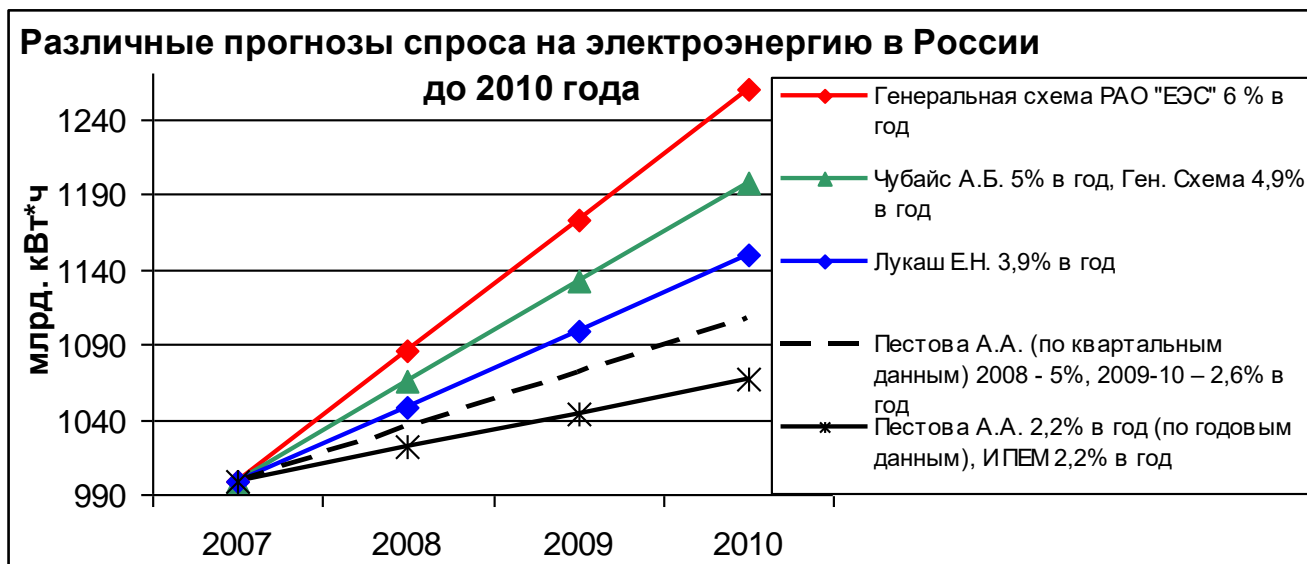
В спецификации ряды коинтегрируемы.

8. Прогнозирование среднесрочного спроса на электроэнергию в России до 2010 года

Таблица 6. Сводная таблица прогнозов спроса на электроэнергию из различных источников

№	Автор и (или) название программного документа	Дата	Прогноз спроса к 2010 году, Млрд. кВт*ч	Среднегодовой темп прироста до 2010 года, %	Применяемые методы прогнозирования
1	РАО «ЕЭС». Целевое видение РАО «ЕЭС России» развития электроэнергетики России на период до 2030 года		1205-1215	5,1-5,3	Неизвестны
2	Б. Ф. Вайнзихер. «Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года». Предложения РАО «ЕЭС России»	05.04.2007	1197 – 1260 (базовый – максимальный)	4,9 – 6 (базовый – максимальный)	Экстраполяция краткосрочных тенденций (2006 года) на среднесрочную перспективу.
3	А. Б. Чубайс. Новая инвестиционная программа. РАО «ЕЭС России»	13.02.2007	1198	5	
4	МЭРТ Проект концепции долгосрочного социально-экономического развития	октябрь 2007	1123-1172	3,6 - 4,5	
5	В. Б. Христенко. «Об обеспечении экономики страны электроэнергией и газом». Мин-ПромЭнерго	30.11.2006	1067 - 1198	2,1 - 5	2,1 – экстраполяция тенденций 2000 – 2005, 5 – экстраполяция тенденций 2006
6	Е. Н. Лукаш, О. С. Поливин, В. В. Савин. Надвигающийся электроэнергетический кризис в России: сроки и масштабы. МГУ им. Ломоносова	11.11.2006	1148,7	3,9	Модель частичной корректировки (эластичность спроса по ВВП = 0,33). Прогноз ВВП – удвоение 2000-10
7	Энергетическая стратегия России до 2030 года		1075-1090	2,7-3	Неизвестны
8	Ю. З. Саакян, Н. В. Порохова. Прогнозирование в электроэнергетике и новые факторы роста спроса на электроэнергию. ИШЕМ	декабрь 2007	1066	2,2	На основе средней эластичности электропотребления по ВВП за 1998-2007 гг. (0,3) и прогнозов ВВП МЭРТ
9	А. А. Пестова. Эконометрический анализ факторов спроса на электроэнергию в России. МГУ им. Ломоносова	14.05.2008	1049-1072	1,8-2,4	Эконометрические модели в различных спецификациях, прогноз ВВП - сценарий ЦМАКП
			1100-1117	2008 - 5% , 2009-10 – 2,6%	

Источник: составлено автором.



Источник: построено автором.

Последствия завышенных прогнозов РАО «ЕЭС»:

- принятие инвестиционной программы РАО «ЕЭС» по вводу мощностей до 2010 года (исходя из роста спроса – 5%)

Источники инвестиционной программы РАО «ЕЭС»

- тарифные источники
- средства, привлеченные от продажи генерирующих компаний внешним инвесторам

Возможная цепочка развития последствий реализации масштабной инвестиционной программы.

а) рост тарифов

Таблица 7. Параметры роста тарифов на электроэнергию в 2008-2010 гг.

Темп прироста в % к предыдущему году	2008	2009	2010
Средние конечные цены для потребителей	19,6	25,4	20,6
Регулируемые тарифы	12	19	13-14
Регулируемые тарифы для населения	14	25	25

Источник: «Коммерсант».

б) сжатие спроса

в) дальнейшее снижение электропотребления

Косвенные эффекты

- обострение проблем с инфляцией
- с ликвидностью банковской системы

9. Выводы.

- Проведен обзор литературы по данной тематике, выявлены основные методы эконометрического моделирования, основные факторы электропотребления;
- Выделены семь критериев типологизации работ. На основе трех из семи критериев была построена классификационная таблица изученных работ;
- Были оценены эластичности спроса на электроэнергию в России.
- Основные методы оценивания, использованные в данной работе, – коинтеграционный анализ временных рядов;
- ВПЕРВЫЕ эконометрический анализ факторов спроса на электроэнергию в России был проведен на основе квартальных данных;

- ВПЕРВЫЕ в эконометрический анализ факторов спроса на электроэнергию в России были включены температурные переменные.;
- На основе оцененных моделей спроса на электроэнергию построены прогнозы электропотребления до 2010 года: по годовым данным они составляют 1049-1072 млрд. кВт*ч в 2010 году, по квартальным 1100-1117 млрд. кВт*ч;
- Детально проанализированы последствия завышенных прогнозов РАО «ЕЭС», принятия масштабной инвестиционной программы РАО.

10. Список использованной литературы.

1. Anderson, K. P. Residential Energy Use: An Econometric Analysis. The Rand Corporation (R-1297-NSF), October 1973.
2. Anderson, K. P. Toward Econometric Estimation of Industrial Energy Demand: An Experimental Application to the Primary Metals Industry. The Rand Corporation (R-719-NSF), December 1971.
3. Baxter, R. E. and Rees, R. Analysis of the Industrial Demand for Electricity // *Economic Journal*, Vol. 78 (June 1968), pp. 277-298.
4. Beenstock, M., Goldin, E., Nabet, D. The demand for electricity in Israel // *Energy Economics* 21 (1999) pp. 168-183.
5. Fisher, F. M. and Kaysen, C. A Study in Econometrics: The Demand for Electricity in the United States. Amsterdam: North Holland Publishing Co.. 1962.
6. Halicioğlu, F. Residential electricity demand dynamics in Turkey // *Energy Economics* 29 (2007) pp. 199-210
7. Halvorsen R. Residential Demand for Electric Energy // *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 57, No. 1, (Feb., 1975), pp. 12-18
8. Holtedahl P. and Joutz F. L. Residential electricity demand in Taiwan // *Energy Economics* 26 (2004) pp.201-224
9. Hondroyannis, George. Estimating residential demand for electricity in Greece // *Energy Economics* 26 (2004) pp. 319-334.
10. Houthakker, H. S. and Taylor, L. D. Consumer Demand in the United States, 2nd ed. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1970.
11. Houthakker, H. S. Some Calculations of Electricity Consumption in Great Britain // *Journal of the Royal Statistical Society (A)*. Vol. 114. Part 111 (1951). pp. 351-371.
12. Houthakker, H. S., P. K. Verleger, and D. I. Sheehan. Dynamic Demand Analysis for Gasoline and Residential Electricity // *American Journal of Agricultural Economics*, May 1974, 412-27.
13. Kamerschen, D. R. and Porter, D. V. The demand for residential, industrial and total electricity, 1973-1998 // *Energy Economics* 26 (2004) pp. 87-100
14. Lakhani, H.D. and BUMB B. Forecasting Demand for Electricity in Maryland: An Econometric Approach // *Technological forecasting and social change* 11 (1978) pp. 237-261.
15. Lee, Ray-Shine; Singh, Nirvikar. Patterns in Residential Gas and Electricity Consumption: An Econometric Analysis // *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 12, No. 2. (Apr., 1994), pp. 233-241.
16. Lyman, R. A. Price Elasticities in the Electric Power Industry. Department of Economics, University of Arizona, October 1973.
17. Moral-Carcedo, J. and Vicens-Otero, J. Modelling the non-linear response of Spanish electricity demand to temperature variations // *Energy Economics* 27 (2005) pp. 477-494
18. Mount, T. D., Chapman, L. D. and Tyrrell, T. J. Electricity Demand in the United States: An Econometric Analysis. Oak Ridge National Laboratory (ORNL-NSF-49), Oak Ridge, Tenn.. June 1973.
19. Murray, Michael P.; Spann, Robert; Pulley, Lawrence; Beauvais, Edward. The Demand for Electricity in Virginia // *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 60, No. 4. (Nov., 1978), pp. 585-600.
20. Nasr, G.E., Badr, E.A., Dibeh, G. Econometric modeling of electricity consumption in post-war Lebanon. *Energy Economics* 22 (2000), pp. 627-640.
21. Nelson, Charles R. and Peck, Stephen C. A Retrospective Analysis of the NERC Summary Forecasts // *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 3, No. 3, (Jul., 1985), pp. 179-187
22. Taylor, L. D. The Demand for Electricity: A Survey // *The Bell Journal of Economics*, Spring 1975, 74-110.
23. Westley, Glenn D. Electricity Demand in a Developing Country // *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, No. 3. (Aug., 1984), pp. 459-467.
24. Wilson J. W. Residential Demand for Electricity // *Quarterly Review of Economics and Business*, Vol. 11. No 1 (Spring 1971). pp. 7-22.
25. Yang, Yung Y. Temporal Stability of Residential Electricity Demand in the United States // *Southern Economic Journal*, Vol. 45, No. 1. (Jul., 1978), pp. 107-115.
26. Zachariadis, T., Pashourtidou, N. An empirical analysis of electricity consumption in Cyprus. *Energy Economics* 29 (2007), pp. 183-198.
27. Сайт высшей школы экономики. URL: <http://www.hse.ru/> Раздел «Наука». Экономико-статистические базы данных.
28. Сайт УИС Россия. URL: <http://www.cir.ru/>
29. Сайт Министерства экономического развития России. URL: <http://www.economy.gov.ru/>
30. Российский статистический ежегодник за 1995-2007 года. Федеральная служба государственной статистики.
31. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Основы эконометрики.
32. Доугерти К. Введение в эконометрику. - М.: ИНФРА-М, 1997.
33. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. - М.: Дело, 2004.
34. Берндт Э. Практика эконометрики: классика и современность. Глава 7. «Спрос на электроэнергию: структурный подход и применение методов временных рядов». М.: – Юнити-Дана, 2005.
35. Российская экономика: сегодня и завтра. Сборник работ студенческого научного семинара АНЦЭА. Раздел 1. Мамонов М.Е., Пестова А.А., Левкин Р.С. Оценка спроса на электроэнергию в среднесрочном периоде. М.: ИИФ «СПРОС» КонФОП.
36. Саакян Ю. З., Порохова Н. В. Прогнозирование в электроэнергетике и новые факторы роста спроса на электроэнергию // *Академия Энергетики № 6 [20] декабрь 2007.*

Пестова Анна. Эконометрический анализ факторов спроса на электроэнергию в России.

37. Нигматулин Б., Козырев М. Лишние станции Чубайса // Smart Money №9 (99) от 17 марта 2008.
38. Вайнзихер Б. Шока не будет // Smart Money № 12 (102) от 07 апреля 2008.
39. Саакян Ю. З. Прогнозирование в электроэнергетике: цена ошибки. Доклад на VI Всероссийском энергетическом форуме «ТЭК России в XXI веке». 02.04.2008.
40. Саакян Ю. З. ГОЭЛРО-2: от рассвета до заката // BusinessWeek 13 августа 2007 г.
41. Саакян Ю. З., Порохова Н. В., Рудаков Е. Несогласованность стратегий развития в сфере электроэнергетики. // Академия Энергетики, март 2008.
42. Иваницкая Н., Письменная Е., Мазнева Е. Как повысят тарифы // Ведомости, №81,
43. Лукаш Е.Н., Поливин О.С., Савин В.В. Надвигающийся электроэнергетический кризис в России: сроки и масштабы // Экономика 21 века №11, 2006.
44. Об обеспечении экономики страны электроэнергией и газом. Презентация В.Христенко 30.11.2006
45. Energy Industry: Retarding or Driving Force for Economic Advancement? Презентация А. Чубайса 13.02.2007
46. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года. Презентация Б. Вайнзихера 05.04.2007
47. О перспективах развития электроэнергетики Российской Федерации. Презентация МинПромЭнерго 07.06.2006.