

Прогнозирование спроса на  
электроэнергию в России в  
среднесрочной перспективе  
(до 2010 года)



Анна Пестова,  
Михаил Мамонов, Роман Левкин



# Цель

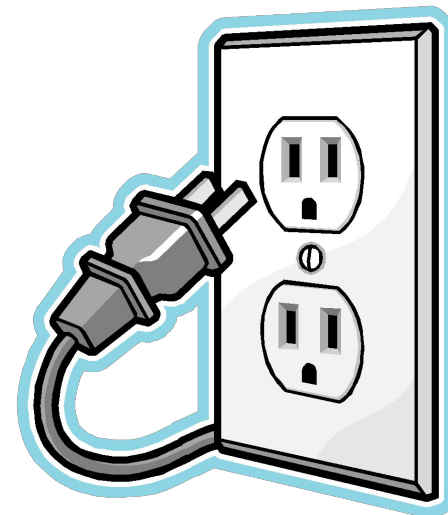
Цель исследования группы среднесрочного прогнозирования – оценить среднесрочную эластичность спроса на электроэнергию и построить прогноз спроса на электроэнергию в России в среднесрочной перспективе (до 2010 года)

# Построение моделей зависимости потребления электроэнергии от

- ВВП или дохода в реальном выражении
- Реальных цен на электроэнергию

## Разрезы анализа

1. По России в целом
2. По отдельным группам потребителей электроэнергии:
  - по промышленности в целом
  - по населению
3. Анализ эластичностей спроса на электроэнергию на региональном уровне



# Методы прогнозирования

А) Эконометрические модели спроса на электроэнергию, явно учитывающие запасы оборудования. Фишер, Кейзен 1962.

$$\ln q_{i,t} - \ln q_{i,t-1} = \gamma_i + \alpha_i (\ln P_{i,t} - \ln P_{i,t-1}) + \beta_i (\ln Y_{i,t} - \ln Y_{i,t-1}) + v_t$$

$q_{it}$  – величина фактически потребленной электроэнергии

$\gamma$  – показатель степени темпа прироста мощностей:  $e^\gamma$ . Полагается, что мощность от

периода к периоду растут одинаковым темпом  $e^\gamma$

$P$  – уровень цен на электроэнергию

$Y$  – ВВП (доход)

$v_t$  – случайная величина

# Методы прогнозирования

Б) Эконометрические модели спроса на электроэнергию, косвенно учитывающие запасы оборудования.

$$\ln y_t = \alpha\varphi + (1-\varphi)\ln y_{t-1} + \beta_1\varphi\ln x_{1t} + \beta_2\varphi\ln x_{2t} + \dots + \beta_k\varphi\ln x_{kt} + v_t,$$

$y_t$  – фактическое потребление электричества в период  $t$ .

$0 < \varphi \leq 1$  – коэффициент корректировки

$x_k$  – прочие факторы спроса на электроэнергию: цены, доход, ...

$v_t$  – случайная величина

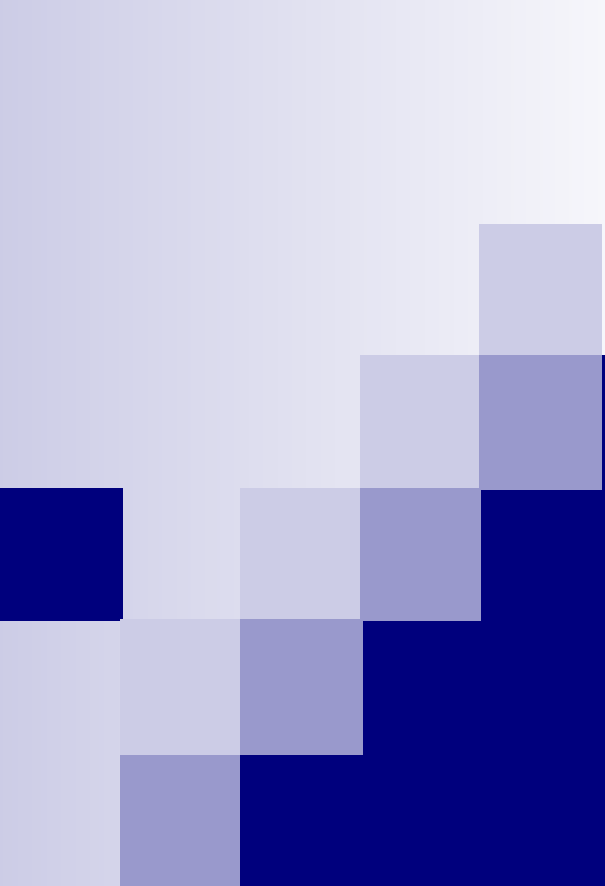
С помощью методов А) и Б) представляется возможным оценить эластичности спроса на электроэнергию от значимых факторов. Далее строятся абсолютные значения спроса, к примеру, по России в целом, на основе полученных эластичностей и прогнозных значений ВВП России Мин'ЭкономРазвития.

# Проверяемые гипотезы

- Прогнозы спроса на электроэнергию РАО ЕЭС и МинПромЭнерго до 2010 года основываются на экстраполяции краткосрочной тенденции (резкий рост электропотребления в 2006 году на 3,7%) на среднесрочную перспективу, поэтому оказываются существенно выше структурных эконометрических прогнозов
- Спрос на электроэнергию по РФ в целом объясняется динамичным ростом экономики, то есть растущим валовым внутренним продуктом.

# Проверяемые гипотезы

- Регулируемые государством тарифы на электроэнергию оказываются заниженными, поэтому влияние цен на электричество на уровень потребления электроэнергии либо отсутствует, либо влияние на порядок ниже, чем в развитых странах (США).
- На потребление электроэнергии значительное влияние должны оказывать среднемесячные температуры зимы и лета, что можно наблюдать на примере потребления электроэнергии в российских регионах с разными климатическими условиями.



# Анализ среднесрочных эластичностей спроса на электроэнергию по России в целом



# Временная выборка (1993-2006)

- потребление электроэнергии по России (*KWH*)
- реальный ВВП в ценах 2000 года (*YR*)
- реальные средние цены производителей электроэнергии на конец года (*P*)
- реальные скорректированные средние цены производителей электроэнергии на конец года (*P\_SKORR*)

# Основные результаты – модель *Фишера-Кейзена*

		Зависимая переменная	Объясняющие переменные							
		T_KWH	T_YR	T_P	T_P_S KORR	AR(1)	MA(1)	Константа	Adj R-squared	Prob (F-stat)
Спецификация	Порядок интегрируемости	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)					
1	1995-2006	Коэфф-т	0,425*	-0,045*		-0,408**		-0,007*	0,809	0,001
2	1994-2006	Коэфф-т	0,448*	-0,039*			-0,990*	-0,007*	0,942	0,000
3	1995-2006	Коэфф-т	0,411*		-0,052**	-0,363**		-0,006**	0,801	0,001
4	1993-2006	Коэфф-т	0,484*					-0,008*	0,877	0,000

**Примечание.**

**\*** - коэффициент значим на 5% уровне

**\*\*** - коэффициент значим на 10% уровне

# Основные результаты – модель частичной корректировки

		Зависимая переменная	Объясняющие переменные								
		LNKWH	LNKWH(-1)	D(LNYR)	LNYR	LNP	LNP_S KORR	MA(1)	C	Adj R-squared	Prob (F-stat)
Спецификация	Порядок интегрируемости	I(1)	I(1)	I(1) (5%)	I(1) (10%)	I(1)	I(1)				
1	1993-2006	Коэфф-т	0,848*			-0,101*			1,669*	0,870	0,000
2	1993-2006	Коэфф-т	0,807*				-0,105*		1,966*	0,863	0,000
3	1993-2005	Коэфф-т	0,883*	0,441*					0,785**	0,954	0,000
4	1993-2005	Коэфф-т	0,271*		0,233*	-0,034*		-0,978*	3,061*	0,991	0,000
5	1993-2006	Коэфф-т	0,291*		0,269*				2,398*	0,958	0,000

## Примечание

\* - коэффициент значим на 5% уровне

\*\* - коэффициент значим на 10% уровне

Все ряды коинтегруемы

# Учет оппортунистического поведения экономических агентов

- Продукция отрасли электроэнергетики в стоимостном выражении была скорректирована на чистую дебиторскую задолженность.
- Коэффициент корректировки ( $\xi$ ) был получен путем деления чистой продукции отрасли электроэнергетики на их валовой объем,  $\xi \in (0,968;1,104)$
- Реальные цены производителей электроэнергии (P) были умножены на коэффициент корректировки, получили показатель P\_SKORR

## 1) Модель Фишера-Кейзена:

$$\Delta \ln(KWH) = -0.06 + 0.41 * \Delta \ln(YR) - 0.05 * \Delta \ln(P\_SKORR) - 0.36 * AR(1)$$

(0.003\*\*)    (0.044\*)                    (0.025\*\*)                                    (0.193\*\*)

$$R^2 (adj) = 0,80$$

## 2) Модель частичной корректировки:

$$\ln(KWH) = 1.97 + 0.81 * \ln(KWH)_{-1} - 0.11 * \ln(P\_SKORR)$$

(0.678\*)    (0.099\*)                    (0.023\*)

$$R^2 (adj) = 0,86$$

# Сравнение полученных результатов с эмпирическими исследованиями по США

*А) Эластичность спроса на электроэнергию по модели Фишера-Кейзена*

	Эластичность	
	<i>США</i>	<i>Россия</i>
<i>по цене</i>	<b>[-0.16;-0,25]</b>	<b>[-0.04;-0,05]</b>
<i>по доходу</i>	<b>0.2</b>	<b>[0.41;0.48]</b>

Источник: США- Берндт, Э.: Практика эконометрики: классика и современность, Глава 7, стр. 391, 392.

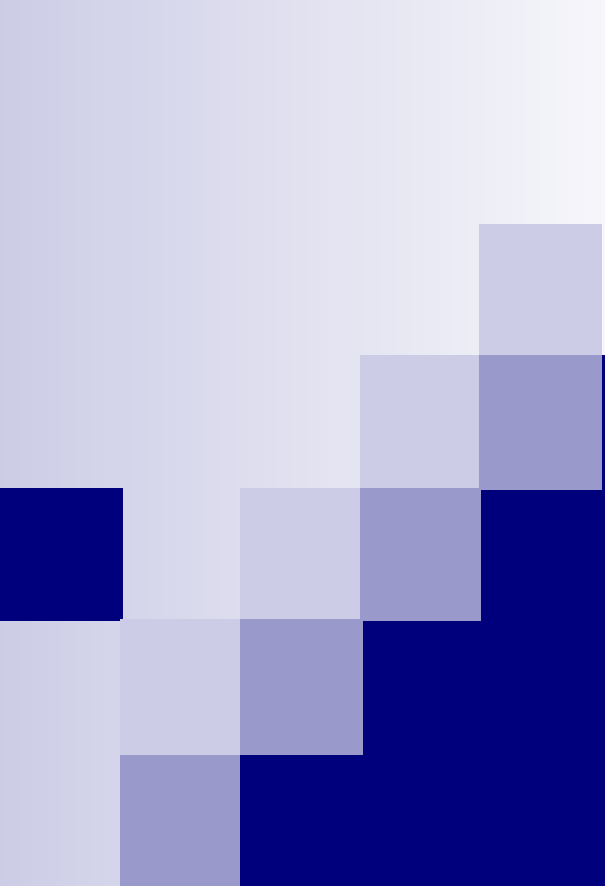
Россия – составлено авторами на основе расчетов

*Б) Эластичность спроса на электроэнергию по модели частичной корректировки*

	Эластичность	
	<i>США</i>	<i>Россия</i>
<i>по цене</i>	<b>-0.2</b>	<b>[-0,10;-0.03]</b>
<i>по доходу</i>	<b>[0.08;1.15]</b>	<b>[0,23;0,27]</b>

Источник: Берндт, Э.: Практика эконометрики: классика и современность, Глава 7, стр. 391, 392.

Россия – составлено авторами на основе расчетов



# **Анализ среднесрочных эластичностей спроса на электроэнергию по промышленности**

# Временная выборка (1994-2005)

- **Потребление электроэнергии в промышленности (*KWH*)**
- **Индекс промышленного производства, рассчитанный к уровню 1990 года (*INDEX\_PROM\_PR*)**
- **Средние реальные цены на электроэнергию в промышленности, скорректированные на индекс цен на промышленную продукцию, взвешенный по энергопотреблению отраслей (*P\_REAL*)**

# Модель Фишера-Кейзена

$$\Delta \ln(KWH) = - 0.01 + 0.50 * \Delta \ln(INDEX\_PROM\_PR)$$

(0,003)

(0,047)

$$R^2 (adj) = 0,92$$

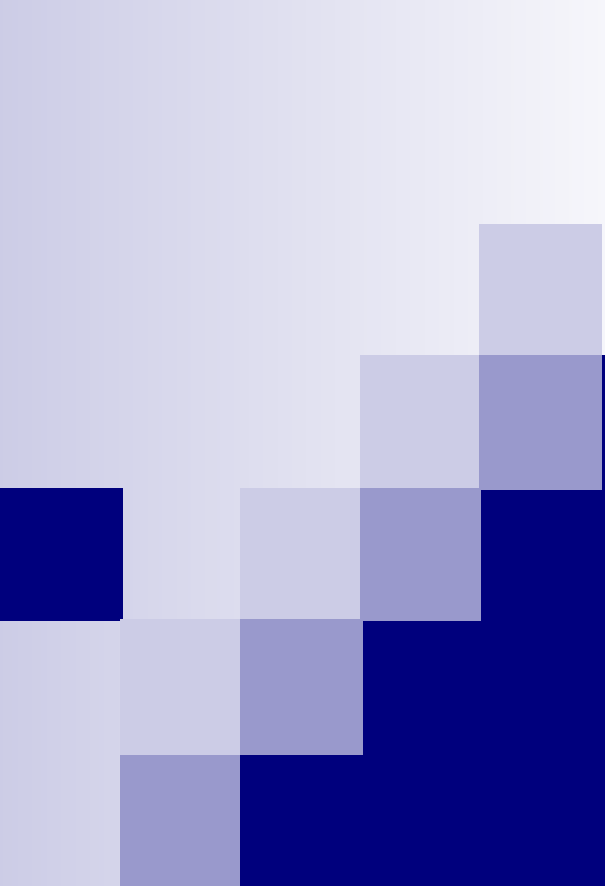
Значение среднесрочной эластичности спроса на электроэнергию по индексу промышленного производства, составило 0,5.

Среднесрочная эластичность спроса на электроэнергию по доходу для России в целом немного ниже и колеблется в промежутке значений [0,41;0,48].



# Анализ по промышленности в целом

- Значимое влияние индекса промышленного производства на потребление электроэнергии
- Расхождение в значениях эластичностей спроса можно объяснить чуть большей чувствительностью спроса на электроэнергию в промышленности к выпуску



# **Анализ среднесрочных эластичностей спроса на электроэнергию по населению**

# Используемые временные ряды 1993-2005

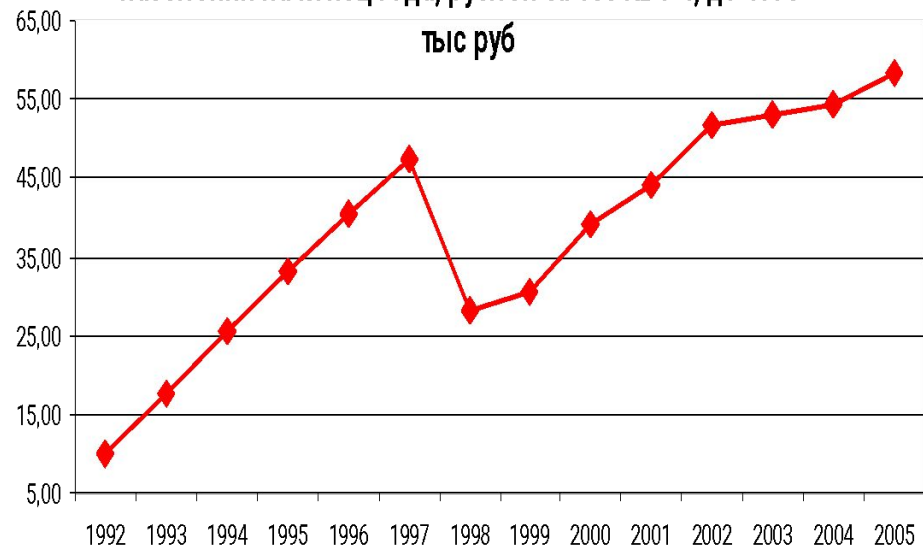
- **Потребление электроэнергии жилым сектором (KWH)**
- **Средний реальный тариф в домах без электроплит в ценах 2000 года, на конец года, за 100 кВт\*ч (P)**
- **Базисный индекс реальных денежных доходов населения 1992=100 (I\_YR\_baz)**

# Анализ по населению

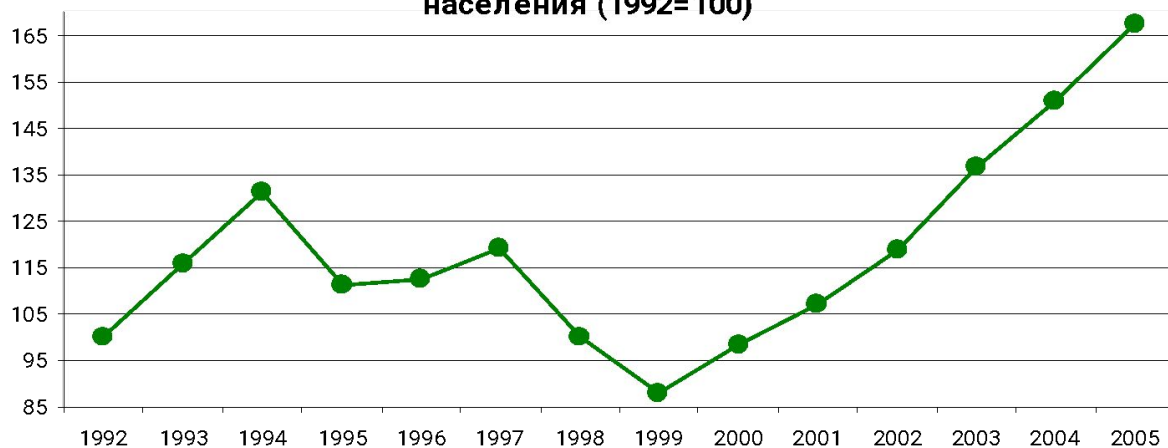
Динамика потребления электроэнергии жилым сектором



Динамика средних реальных цен на электроэнергию для населения на конец года; рублей за 100 кВт\*ч, до 1998 - тыс руб



Динамика базисного индекса реальных денежных доходов населения (1992=100)



# Результаты анализа спроса на электроэнергию со стороны населения

- Отсутствует зависимость спроса на электроэнергию от реальных доходов и цен на электроэнергию
- На протяжении кризисных 1990-х годов спрос со стороны населения неуклонно рос несмотря на падение реальных доходов населения

# Анализ региональных данных

- При анализе использовались 3 выборки по российским регионам за 2000, 2001 и 2002 года.
- Основной здесь является гипотеза о влиянии на региональный спрос на электроэнергию средней температуры января и средней температуры июля

# Используемые показатели

- потребление электроэнергии (KWH\_REAL)
- реальный ВРП, скорректированный на региональные ИПЦ (Y\_REAL)
- реальные цены на электроэнергию, скорректированные на региональные ИПЦ (P\_REAL)
- средняя температуры января (T\_JAN)
- средняя температуры июля (T\_JUL)

# Полученные результаты

<i>Показатель</i>	<i>2000 год</i>	<i>2001 год</i>	<i>2002 год</i>	<i>Среднее значение</i>
<b>Эластичность спроса на электроэнергию по доходу</b>	<b>0,87</b>	<b>0,90</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>
<b>Эластичность спроса на электроэнергию по цене</b>	<b>- 0,60</b>	<b>- 0,67</b>	<b>- 0,71</b>	<b>- 0,66</b>
<b>Эластичность спроса на электроэнергию по средней температуре января</b>	<b>- 0,15</b>	<b>- 0,08</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,12</b>



# Выводы регионального анализа

- Значения эластичностей спроса на электроэнергию по доходу, по ценам и по средней температуре января устойчивы за 2000, 2001, 2002 годы
- Отсутствие значимого влияния средней температуры июля в регионе на потребление электроэнергии

# Построение прогнозных значений спроса на электроэнергию по России в целом

- Построение прогнозов на основе значимых моделей Фишера-Кейзена и частичной корректировки
- Прогнозирование объясняющих переменных – реального ВВП и реальных цен на электроэнергию – по прогнозу МЭРТ
- Прогнозирование не «вручную», а с помощью пересчета в EViews

## 2 варианта прогноза МЭРТ

- **Вариант 1 (инерционный)** Низкие темпы роста экспорта углеводородов, ухудшение конкурентоспособности отечественной продукции. Темпы роста ВВП снижаются с 5,8 % в 2007 году до 5,3-5,2% в 2009-2010 годах.
- **Вариант 2 (умеренно оптимистичный)** Улучшение конкурентоспособности российского бизнеса, активизация структурных сдвигов в экономике. Темпы роста ВВП в 2009-2010 годах повышаются до 5,9 и 6,1 процентов.

## 2 варианта спецификаций эконометрических моделей

- Включение в модель в качестве регрессора ТОЛЬКО реального ВВП
- Включение в модель как реального ВВП так и реальных цен на электроэнергию (понижающее давление на потребление электроэнергии)



# Матрица прогнозных значений

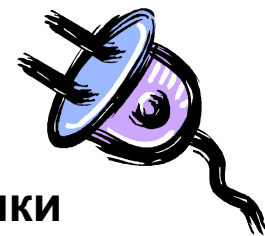
	Спецификация без реальных цен		Спецификация с реальными ценами	
	темп прироста к пред. периоду в %	потребление в 2010 году, млрд кВт*ч	темп прироста к пред. периоду в %	потребление в 2010 году, млрд кВт*ч
<b>Вариант 1</b>	1,75-2,04	1051	1,11-1,57	1025-1027
	1,96-2,13	1059	1,06-1,46	1027
<b>Вариант 2</b>	2,08-2,23	1063	1,36-1,75	1035-1038
	2,21-2,26	1066	1,16-1,58	1034

- Прогнозные значения потребления электроэнергии по различным спецификациям близки друг к другу

- По более оптимистичному варианту развития российской экономики

(2) прогноз электропотребления выше по обеим моделям

- Прогноз с включением цен на электроэнергию ниже, чем без учета цен



## Сводная таблица среднесрочных прогнозов спроса на электроэнергию из различных источников

<i>№ n/n</i>	<i>Автор</i>	<i>Дата</i>	<i>Прогноз спроса к 2010 году, Млрд. кВт*ч</i>	<i>Среднегодовой темп прироста до 2010 года, %</i>	<i>Применяемые методы прогнозирования</i>
1	<i>Р.С. Левкин, М.Е. Мамонов, А.А. Пестова. МГУ им. Ломоносова</i>	21.06.2007	<b>1025-1066</b>	<b>1,1-2,3</b>	Эконометрические модели в различных спецификациях, прогноз ВВП - сценарии МЭРТ
2	<i>А. Чубайс, РАО "ЕЭС России"</i> (Новая инвестиционная программа)	13.02.2007	<b>1198</b>	<b>5</b>	Экстраполяция краткосрочных тенденций на среднесрочную перспективу.
3	<i>МинПромЭнерго</i> (“Среднесрочная программа развития электроэнергетики на 2006 - 2010 годы”)	07.06.2006	<b>1045</b>	<b>2,2</b>	
4	<i>Б.Ф. Вайнзихер</i> “Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года” Предложения <i>РАО «ЕЭС России»</i>	05.04.2007	<b>1197 – 1260</b> (базовый – максимальный)	<b>4,1 – 5,2</b> (базовый – максимальный)	
5	<i>В. Б. Христенко</i> «Об обеспечении экономики страны электроэнергией и газом» <i>МинПромЭнерго</i>	30.11.2006	<b>1067 - 1198</b>	<b>2,1 - 5</b>	2,1 – экстраполяция тенденций 2000 – 2005 5 – экстраполяция тенденций 2006 с учетом заявок на подключение
6	<i>Е.Н. Лукаш, О.С. Поливин, В. В. Савин.</i> Надвигающийся электроэнергетический кризис в России: сроки и масштабы. <i>МГУ им. Ломоносова</i>	11.11.2006	<b>1148,7</b>	<b>3,9</b>	Модель частичной корректировки (долгосрочная эластичность спроса по ВВП = 0,33). Прогноз ВВП – удвоение 2000-2010

## Различные прогнозы спроса на электроэнергию до 2010 года



# Комментарии к различным прогнозам

- Отличие прогнозов нашей группы от прогнозов РАО ЕЭС и МинПромЭнерго в том, что мы четко привязываемся к связи между потреблением электроэнергии и реальным выпуском
- Прогнозы Е.Н.Лукаша и др. оказались завышенными, так как они ориентировались на удвоение ВВП за период 2000-2010 гг., чего не произойдет, согласно прогнозам ВВП МЭРТ до 2010 года



# Результаты работы группы среднесрочного прогнозирования

- Эластичность спроса на электроэнергию по ВВП в России по нашим оценкам составляет 0,23-0,48
- Отсутствуют существенные различия между прогнозами спроса на электроэнергию по России, полученными на основе **годовых** и **квартальных данных**, что указывает на устойчивость полученных нами прогнозов
- Отсутствует влияние реальных доходов и цен на потребление электроэнергии населением



# Результаты работы группы среднесрочного прогнозирования

- Подтверждение основных гипотез:

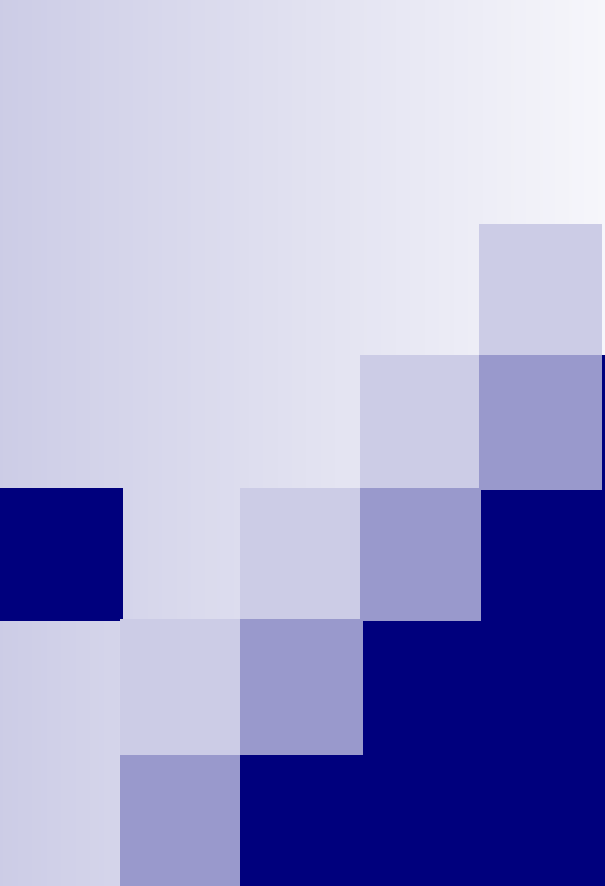
- 1) о существенном влиянии ВВП на потребление электроэнергии,
- 2) о менее существенном влиянии цен на спрос на электроэнергию, чем в развитых странах,
- 3) о влиянии средней температуры зимы на электропотребление в регионах

- Прогнозы РАО ЕЭС и МинПромЭнерго основаны на предположении о росте электроемкости российского ВВП, что ведет к более высокому прогнозируемому электропотреблению. Такая гипотеза спорна и требует дополнительной аргументации



**Спасибо за внимание!**





# Группа среднесрочного прогнозирования МГУ

Левкин Роман  
Мамонов Михаил  
Пестова Анна