

# Методология моделирования и прогнозирования потребления энергоресурсов в регионах

**И. Башмаков**

**Центр по эффективному использованию энергии**

[www.cenef.ru](http://www.cenef.ru) 120-92-09

ЦЭНЭФ

## Прогнозирование энергетического будущего регионов имеет типичные для России недостатки

- **Существующие схемы прогноза спроса на энергию и электроэнергию примитивны, непрозрачны, расчеты на них часто невозможно ни проверить, ни воспроизвести при другом наборе допущений**
- **Слабо учитывается сложный комплекс зависимостей в связке «энергетика-экономика»**
- **Слабо учитываются эффекты взаимозаменяемости и взаимодополняемости отдельных энергоносителей и систем энергоснабжения**
- **Слабо учитываются (или вовсе не учитываются) эффекты:**
  - **От внедрения новых технологий**
  - **От реализации программ повышения энергоэффективности**
  - **От роста загрузки производственных мощностей**
  - **Реакции как производителей, так и потребителей на изменение цен, налогов и т.п.**

# Круг задач, которые должна решать подсистема прогнозирования спроса на энергию

- Усиление интеграции прогнозов развития энергетики с прогнозами и оценками макроэкономической динамики
- Развитие блоков прогноза спроса на энергию и топливо по группам потребителей, достаточное для учета воздействия следующих групп факторов:
  - динамики и изменения структуры экономики;
  - технологических сдвигов, экологических и инфраструктурных ограничений;
  - реакций потребителей на изменение цен на энергоносители;
  - **межтопливной ценовой и неценовой конкуренции;**
- Удобная схема формирования, сравнения и анализа непротиворечивых сценариев прогноза
- Возможность оценки эффекта от повышения тарифов на динамику потребления и производства
- Возможность имитации энергетической политики и обеспечение процесса принятия решений эффективными инструментами оценки интегральных последствий технической, ценовой, налоговой, экологической и инвестиционной политики
- Обеспечение прозрачной технологии сбора и обработки исходной информации для формирования модели ЕТЭБ и калибровки ее параметров

# Пять базовых элементов методического подхода

1. Основой методического подхода к прогнозированию динамики спроса на электроэнергию является использование модели единого топливно-энергетического баланса (ЕТЭБ)
2. На стадии формирования сценариев проводится проверка непротиворечивости сценарных допущений на основе агрегированной макроэкономической модели или на основе специальных проверочных тестов
3. В ЕТЭБ в явном виде отражены параметры эффективности использования энергии при производстве наиболее энергоемких продуктов, услуг и преобразовании энергоносителей
4. Формирование процедур анализа рисков развития ситуации в энергетике региона по результатам расчетов на модели ЕТЭБ позволяет исключить из рассмотрения сценарии, в которых не обеспечивается энергетическая безопасность регионов
5. Использование ценовых инструментов для смягчения рисков и балансирования регионального спроса и предложения энергоносителей

# Концепция единого топливно-энергетического баланса (агрегированный вариант)

Единый топливно-энергетический баланс Калининградской области за 2005 г.  
(тыс. тут)

	Уголь	Сырая нефть	Нефтепродукты	Природный газ	Гидро- и НВЭИ	Пр. тв. топлива	Эл. энергия	Тепло	Всего
<b>Производство</b>		<b>1741,7</b>		<b>20,0</b>	<b>1,8</b>	<b>28,1</b>			<b>1791,7</b>
Ввоз	178,6		653,4	832,5			373,4		2037,9
Вывоз		-1741,7					0,0		-1741,7
Изменение запасов									0
<b>Потребление первичной энергии</b>	<b>178,6</b>	<b>0,0</b>	<b>653,4</b>	<b>852,5</b>	<b>1,8</b>	<b>28,1</b>	<b>373,4</b>		<b>2087,8</b>
Стат. расхождение	0,0		0,0	0,0			-3,5	0,0	-3,5
Производство электроэнергии	-2,4		-36,3	-97,8	-1,8		66,9		-71,5
Производство тепла	-121,5		-257,4	-553,4		-8,8		821,6	-119,6
Собственные нужды				-31,7			-17,6		-49,3
Потери в сетях							-85,9	-123,2	-209,1
<b>Потребление конечной энергии</b>	<b>54,6</b>		<b>359,7</b>	<b>169,5</b>		<b>19,3</b>	<b>340,4</b>	<b>698,3</b>	<b>1627,1</b>
Промышленность	6,6		19,0	13,4		5,8	88,9	288,0	421,7
Строительство			7,4				7,2	0,2	14,8
Транспорт	0,0	0,0	227,3	0,0	0,0	0,0	13,3	18,4	259,0
Сельское хозяйство			12,5				13,1	27,1	52,7
Коммунальный сектор	8,9		21,4	0,2		0,6	14,7	28,2	74,1
Сфера услуг	26,3		44,4	7,9			80,2	16,7	175,5
Население	12,9		27,6	148,1		12,8	122,9	319,8	644,1

1. Блок ресурсов



2. Блок преобразования



3. Блок конечного потребления



# Логика прогноза: семь шагов

1. Формирование макроэкономического прогноза для региона
2. Формирование функций спроса на энергию в каждом секторе (с учетом параметров ценовой эластичности спроса)
3. Моделирование доли каждого энергоносителя в энергобалансе каждого сектора (с учетом параметров их ценовой и неценовой конкуренции)
4. Суммирование конечного спроса на каждый энергоноситель по секторам
5. Прогноз параметров трансформации энергоресурсов (производство электроэнергии, тепла, нефтепродуктов и т.п.)
6. Прогноз суммарного спроса и предложения первичных энергоресурсов
7. Прогноз межрегиональной торговли энергоресурсами

## Основные этапы процесса прогнозирования

- Этап 1. Формирование отчетных ЕТЭБ
- Этап 2. Сбор необходимой отчетной экономической информации для оценки параметров модели прогноза
- Этап 3. Формирование и оценка параметров модели ЕТЭБ
- Этап 4. Формирование сценариев прогноза
- Этап 5. Реализация сценариев и анализ результатов прогноза

# Формирование устойчивой технологии прогнозирования динамики спроса на энергию

- Формирование системы прогнозирования в среде единого топливно-энергетического баланса (ЕТЭБ) России и отдельных территорий
- Формирование статистической базы национального и регионального уровней для анализа и прогноза динамики энергопотребления по секторам и отраслям экономики и по важнейшим процессам
- Формирование методики оценки ресурса повышения энергоэффективности у потребителей
- Формирование комплекса моделей прогноза спроса на энергию с учетом использования ресурса повышения энергоэффективности и оценки вклада ценового фактора в оптимизацию пропорций ЕТЭБ
- Подготовка стандартизированной модели демографического и макро-экономического прогноза
- Подготовка технологии формирования, реализации и анализа сценарных прогнозов в рамках ЕТЭБ и оценки вероятности их реализации
- Обучение специалистов технологии прогноза динамики спроса на энергию



# Формирование сценариев прогноза

Модель ENERGYBAL для прогноза динамики единого топливно-энергетического баланса

Автор модели:  
И.А. Башмаков



**Энергетика региона: уроки будущего**

Центр по эффективному использованию энергии

**Прогноз единого топливно-энергетического баланса до 2020 г.**

**Астраханская область**

Название сценария:

## Ввод сценарных (экзогенных) переменных

	Содержание	строки	число параметров
1	Макроэкономические переменные	22	17
2	Объемы производства промышленной продукции	42	9
3	Структура производства электроэнергии и тепла	62	17
4	Параметры повышения энергоэффективности	82	13
5	Цены на энергоносители	102	14
6	Параметры инфляции	122	9
7	Параметры климата	142	2

# Формирование **непротиворечивых** сценариев прогноза

- Анализ макроэкономических прогнозов на непротиворечивость
- Демографическая модель региона
- Упрощенная макроэкономическая модель региона
- Анализ инвестиционных проектов
- Анализ заявок на подключение
- Сбалансированный прогноз цен на энергоресурсы

# Выходные формы прогноза

## Баланс электроэнергии

## Архангельская область

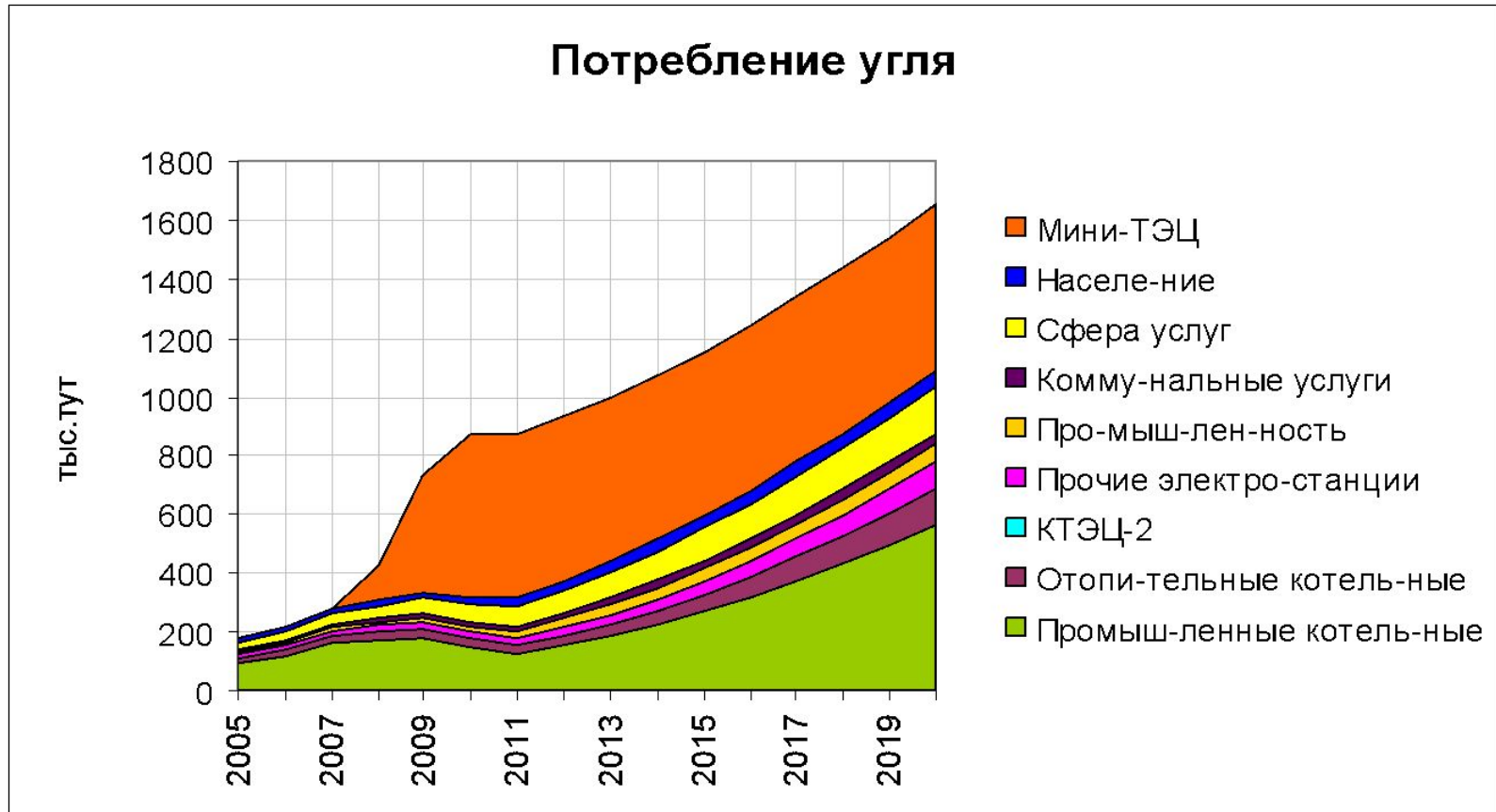
### Сводный баланс

млн. кВт·ч

	Производство	Новые станции	Существующие станции	Получено из-за пределов области	Потребление	Темп роста	Собственные нужды	Отпуск в сеть	Потери в сетях	Полезный отпуск	Промышленность	Строительство	Сельское хозяйство	Транспорт	Коммунальные услуги	Сфера услуг	Население
2005	7112	0	7112	938	8050	3,2%	991	7059	774	6285	3406	215	137	673	435	640	779
2006	7200	0	7200	1297	8497	5,6%	1030	7468	918	6550	3558	197	145	715	428	700	807
2007	7230	0	7230	1359	8589	1,1%	1034	7555	928	6627	3563	223	165	780	398	685	813
2008	7310	0	7310	2196	9506	10,7%	1045	8460	1027	7434	4085	253	198	955	399	727	817
2009	7350	0	7350	2241	9591	0,9%	1051	8540	1007	7533	4001	288	226	1043	393	759	824
2010	7497	0	7497	2452	9949	3,7%	1072	8877	1015	7862	4125	326	253	1160	383	784	831
2011	7647	0	7647	2760	10407	4,6%	1094	9313	1030	8283	4282	382	280	1288	379	812	860
2012	7800	0	7800	3071	10871	4,5%	1115	9755	1044	8712	4450	438	306	1420	372	833	892
2013	7956	0	7956	3403	11359	4,5%	1138	10222	1056	9165	4626	495	335	1563	365	853	928
2014	8115	0	8115	3778	11893	4,7%	1160	10733	1070	9663	4820	552	368	1723	359	873	968
2015	9277	1000	8277	3339	12617	6,1%	1327	11290	1098	10192	5025	608	404	1901	352	892	1011
2016	9463	1000	8463	3766	13229	4,9%	1353	11876	1111	10764	5243	663	445	2102	345	909	1058
2017	9652	1000	8652	4240	13892	5,0%	1380	12512	1125	11387	5476	717	490	2331	338	927	1108
2018	9845	1000	8845	4764	14609	5,2%	1408	13201	1140	12062	5723	769	539	2596	331	942	1163
2019	10042	1000	9042	5347	15389	5,3%	1436	13953	1154	12799	5983	818	593	2903	324	957	1221
2020	10243	1000	9243	5998	16241	5,5%	1465	14777	1169	13607	6257	866	650	3263	316	971	1284

ЦЭНЭФ

# Графические иллюстрации



ЦЭНЭФ

# Анализ рисков реализации сценариев прогноза – проверочные тесты

Выходные показатели модели ЕТЭБ	Сравниваемые показатели	Комментарии (тесты необходимо проводить в отношении среднегодовых темпов роста)
Электроемкость ВРП	Среднегодовой темп изменения электроемкости ВРП	На отрезке времени 10-15 лет среднегодовой темп изменения электроемкости ВРП обычно изменяется в пределах от -3% до +2%
Электропотребление населением в расчете на 1 чел.	Годовой темп изменения электропотребления населением в расчете на 1 чел.	Годовой темп изменения этого показателя обычно находится в границах $\pm 5\%$
Самообеспеченность электроэнергией	Сальдо баланса межрегиональной торговли электроэнергией, отнесенное к ее потреблению в регионе	Резкое изменение показателя самообеспеченности электроэнергией возможно только при наличии планов расширения пропускной способности магистральных сетей в регион или из региона
Производство электроэнергии	Производство электроэнергии в предшествующем и базовом году	Реалистичность планов по развитию генерации, наличие инвесторов, возможные задержки со сроками ввода мощностей
Потребление электроэнергии	Оценка прироста потребления электроэнергии на основе заявок на присоединение мощности	См. раздел 9.3 ниже
Потребность в увеличении потребления топлива в электроэнергетике	Масштабы увеличения потребления отдельных видов топлива	Оценивается напряженность балансов отдельных видов топлива (резкий рост потребности в наращивании добычи, или в его ввозе, или резкое сокращение масштабов вывоза). Оценивается изменение экологической нагрузки при расширении использования отдельных видов топлива
Потребность в увеличении добычи топлива	Добыча топлива в базовом году	Анализируются инвестиционные кампании ТЭК по наращиванию добычи на территории региона
Потребность в увеличении ввоза топлива	Показатель ввоза топлива в предшествующем и базовом году	Проводится анализ соответствия потребности в ввозе топлива планам развития инфраструктуры его поставок в регион (развитие газовых сетей и ПХГ)
Потребность в снижении вывоза топлива из региона	Показатель вывоза топлива в предшествующем и базовом году	Проводится анализ соответствия потребности в вывозе топлива планам развития инфраструктуры и возможности сокращения вывоза топлива из региона без ущерба для энергетической безопасности других регионов