

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЭФФЕКТОВ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ И СТРАТЕГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Веселов Ф.В., к.э.н., зам. директора ИНЭИ РАН

Хоршев А.А., к.э.н., рук-ль Центра моделирования в энергетике ИНЭИ РАН

Соляник А.И., к.э.н., научный сотрудник ИНЭИ РАН

Конференция MLSD, ИГУ РАН, октябрь 2019



Традиционный подход к оценке стратегий развития электроэнергетики

Базируется на минимизации суммарных дисконтированных затрат отрасли за прогнозный период T :

$$\sum_{t=1}^T (INV_t + Fuel_t + OM_t) \cdot (1+r)^{-t} \rightarrow \min$$

Ключевые ограничения задачи ЛП:

- 1) *Балансы электроэнергии*
- 2) *Балансы мощности*
- 3) *Балансы централизованного тепла*
- 4) *Дополнительные ограничения (по совокупным ресурсам топлива, по совокупному объему инвестиций и т.д.)*

! Однако закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» требует соблюдения **многокритериального подхода** при формировании стратегических планов развития электроэнергетики (энергоэффективность, энергобезопасность, экологичность и т.д.)

Индикаторы оценки эффективности стратегий развития электроэнергетики

1. индикаторы обновления мощностей

- доля новой мощности в суммарной установленной мощности ЕЭС России
- доля новой мощности в суммарной мощности российских ТЭС

2. индикаторы энергетической эффективности

- средневзвешенный удельный расход топлива на ТЭС
- доля ТЭЦ в централизованном производстве тепла
- потери в сетях при передаче электроэнергии

3. индикаторы диверсификации энергетического баланса

- доля неуглеродных электростанций (АЭС, ГЭС, ВИЭ) в структуре производства электроэнергии
- доля газа в структуре потребляемого топлива на ТЭС

4. индикатор углеродоемкости производства

- удельная эмиссия CO₂ на единицу вырабатываемой электроэнергии

5. индикаторы ценовой эффективности

- средний за период темп роста среднеотпускной цены электроэнергии
- отношение темпов роста цены электроэнергии и цены газа

6. индикатор бюджетной эффективности

- доля налогов в структуре необходимой валовой выручки отрасли

Модельный инструментарий ИНЭИ РАН для многокритериальной оценки



1. Модель оптимизации перспективной структуры мощностей в ЕЭС России (модель «EPOS»)

Модель линейного программирования, оптимизирует структуру генерирующих мощностей и производства электроэнергии, исходя из минимума суммарных дисконтированных затрат

Позволяет оценить:

- индикаторы обновления мощностей
- индикаторы энергетической эффективности
- индикаторы диверсификации энергобалансов
- индикаторы углеродоемкости электроэнергетики

2. Модель анализа финансово-экономических последствий сценариев развития электроэнергетики (модель «ELFIN»)

Имитационная модель, формирует финансовый план отрасли на заданную перспективу – выручка, затраты, прибыль, показатели финансовой устойчивости

Позволяет оценить:

- индикаторы ценовой эффективности
- индикаторы бюджетной (налоговой) эффективности

Три сценария развития электроэнергетики до 2040 года

Сценарий А – консервативный, акцент на использовании освоенных еще в советские годы технологий

Сценарий В – прогрессивный, активное внедрение энергоэффективных технологий (ПГУ, новые угольные и атомные энергоблоки)

Сценарий С – экологичный, приоритетное развитие неуглеродной генерации (АЭС, ГЭС, ВИЭ)

	2040		
	А	В	С
Установленная мощность, ГВт	266,8	266,4	302,4
ВИЭ	13,2	13,3	30,1
ГЭС	54,1	54,1	59,0
АЭС	35,7	35,7	49,4
ТЭС, в т.ч.:	163,8	163,3	163,9
ПГУ и ГТУ	59,9	103,7	104,3
Газомазутные блоки	54,7	10,6	10,6
Угольные блоки	49,2	49,0	49,0
Новые мощности, ГВт	84,7	128,6	185,5
ВИЭ	12,6	12,7	29,5
ГЭС	4,1	4,1	9
АЭС	24,5	24,5	38,3
ТЭС, в т.ч.:	43,5	87,3	108,7
ПГУ и ГТУ	31,1	74,9	75,6
Газомазутные блоки	0,4	0,4	0,4
Угольные блоки	12	12	32,7

	2040		
	А	В	С
Производство электроэнергии, млрд кВт*ч	1303,1	1303,0	1501,7
ВИЭ	28,1	28,6	84,7
ГЭС	205	205	233,6
АЭС	269,6	269,6	370,1
ТЭС, в т.ч.:	800,4	799,8	813,3
ПГУ и ГТУ	311,5	519	527,4
Газомазутные блоки	247,3	41,6	36,5
Угольные блоки	241,6	239,2	249,4
Потребление топлива, млн т у.т.	329,8	311,7	327,3
Газ	234,6	216,7	218,2
Уголь	80,2	80,0	80,0
Прочие	15,0	15,0	29,1

Многокритериальный анализ последствий трех сценариев развития отрасли

Название индикатора	Единица измерения	2015 (факт)	2040		
			A	B	C
Индикаторы обновления мощностей					
• доля новой мощности в установленной мощности ЕЭС России	%	0	31,7	56,1	61,3
• доля новой мощности в суммарной мощности ТЭС	%	0	26,9	66,5	67,8
Индикаторы энергетической эффективности					
• средневзвешенный удельный расход топлива на ТЭС	г у.т./кВт*ч	319	289	262	261
• потери в электросетях	%	10	8,5	8,5	7
• доля ТЭЦ в централизованном производстве тепла	%	45,3	55,5	55,5	61,5
Индикаторы диверсификации энергетического баланса					
• доля неуглеродных электростанций (АЭС, ГЭС, ВИЭ) в структуре производства электроэнергии	%	34,6	38,2	38,2	43,3
• доля газа в структуре потребляемого топлива на ТЭС	%	69,2	70,9	69,5	66,4
Индикаторы ценовой эффективности					
• средний за период темп роста среднотпускной цены электроэнергии	%		-0,1	-0,2	+0,5
• средний за период прирост цены электроэнергии относительно цены газа	%		+0,2	+0,1	-1,5
Индикатор углеродоемкости производства					
• удельная эмиссия CO ₂ на единицу вырабатываемой электроэнергии	кг CO ₂ /кВт*ч	0,53	0,48	0,45	0,39
Индикатор бюджетной эффективности					
• доля налогов в структуре необходимой валовой выручки отрасли	%	5,3	6	6,2	7,8

Институт энергетических исследований РАН

www.eriras.ru

info@eriras.ru

Спасибо за внимание!