

от коэффициента трения, и выявлено, что снижение μ значительно уменьшает потребляемую мощность. Методами численного моделирования, а также в процессе экспериментов определены температурные поля в зоне контакта, что дает возможность правильного выбора типа и состава смазок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изготовление полос переменной толщины для малолистовых рессор / А. В. Степаненко, Л. А. Исаевич, В. А. Король, Р. А. Томило // КШП. – 1997. – № 6 – С. 15–17.
2. Гелеи Ш. Расчет усилий и энергии при пластичной деформации металлов. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит-ры по черной и цветной металлургии, 1958. – 419 с.
3. Манегин Ю. В., Анисимова И. В. Стекло смазки и защитные покрытия для горячей обработки металлов. – М.: Металлургия, 1978. – 224 с.
4. Тищенко В. Г. Пирометрия жидких металлов: Справ. – Киев: Наукова думка, 1964. – 220 с.
5. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах / В. И. Тимошпольский, И. А. Трусова, А. Б. Стеблов, И. А. Павлюченков; Под общ. ред. В. И. Тимошпольского. – Мн.: Выш. шк., 1992. – 217 с.
6. Казанцев Е. И. Промышленные печи: Справ. руководство для расчетов и проектирования. – М.: Металлургия, 1975. – 368 с.
7. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2 т. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – Т. 1. – 384 с.

Представлена кафедрой
машин и теории обработки
металлов давлением

Поступила 26.12.2001

УДК 621.311.001.57+338.45:621.311

К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА

Докт. техн. наук, проф. КИТУШИН В. Г.,
канд. техн. наук, доц. БЫК Ф. Л., асп. МАЛЬКОВ А. В.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время во всем мире активно идет процесс, направленный на совершенствование организационных структур в энергетике [1, 2], которые в странах с рыночными отношениями (Англия, США, Франция и др.) существенно отличаются, но достаточно эффективны. Чем же определяется эффективность той или иной организационной структуры?

Любая структура в общем случае определяется многими факторами, но в первую очередь – отношениями и интересами субъектов, ее составляющих. Поэтому одна и та же структура может быть эффективна с позиции одних субъектов и неэффективна с позиции других.

Сегодня известно множество теорий по организации систем. Их анализ показывает, что они достаточно хорошо описывают механизмы формирования структур, но не дают методов для их сравнения. Поэтому задача построения методики, на основе которой можно было бы сравнивать различные организационные структуры по их эффективности, достаточно актуальна. Этому и посвящена настоящая статья.

Измерение эффективности организации представляет сложную задачу. В нашем подходе предлагается ее измерять коэффициентом эффективности, который как минимум состоит из двух: коэффициента эффективности структуры организации (потенциальная эффективность) и коэффициента эффективности реализации потенциальной возможности организации.

Более подробно этот вопрос рассматривается в [3], здесь же отметим:

а) коэффициент эффективности определяется как отношение выходного эффекта организации (полезность выхода $U_{\text{вых}}$) к входному ресурсу (полезность входа $U_{\text{вх}}$), т. е. $k_{\text{эф}} = U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$;

б) коэффициент эффективности рассматривается для каждого участвующего субъекта организации и для пользователя этой организации в целом.

Если какой-то субъект работает самостоятельно, вне организации, сам на себя, то очевидно его коэффициент эффективности равен единице. Следовательно, при работе в организации коэффициент эффективности каждого ее субъекта должен быть не ниже единицы. В противном случае организация распадется;

в) структура организации определяется структурой отношений и связей (составом субъектов, их отношениями и вытекающими из этого связями).

Построение модели. Выбор субъектов и ресурсы. В качестве основных субъектов энергетики можно выделить производителя и потребителя энергии. Для полноты качественного анализа представим производителя двумя субъектами – АО (условно региональное Открытое акционерное общество энергетики) и РАО (условно Российское акционерное общество «ЕЭС России»).

Такого количества субъектов достаточно, чтобы моделировать различного рода отношения. Модель получается достаточно простая, но она позволяет апробировать методику и получить некоторые общие выводы.

Каждый субъект обладает определенным ресурсом, который представляет ценность для всех: РАО – возможностью производства энергии \mathcal{E}_p^* , АО – то же $\mathcal{E}_{\text{ао}}^*$, потребитель – денежным ресурсом D^* . Вступая во взаимодействия между собой, они начинают обмениваться этими ресурсами. На рис. 1 показаны субъекты и связи между ними, возможное распределение ресурсов электроэнергии и денег.

Ресурсы субъектов ограничены: производителей – максимальными возможностями выработки энергии их станциями, потребителя – его денежными возможностями и максимальными потребностями в энергии.

Построение целевых функций и их толкование. Суть целевых функций (ЦФ) заключается в том, что они являются некоторым аналогом прибыли субъектов, и предполагается, что отражают интересы субъектов. Связаны ЦФ частями, которые определяют взаимозависимые интересы субъектов.

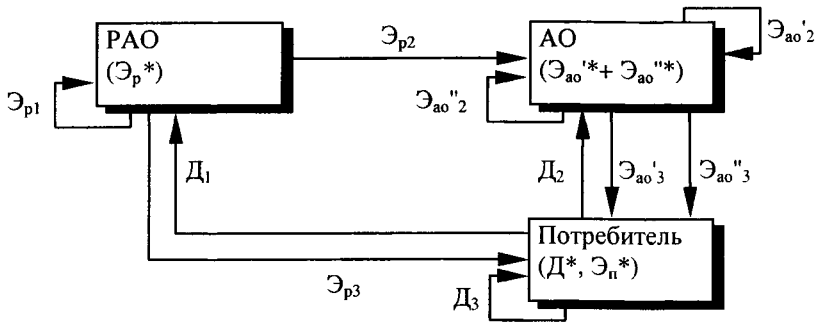


Рис. 1. Структура организации энергетики

Субъектам полезно участвовать в этой системе, так как каждый из них может использовать ресурсы другого.

Предполагается, что АО вырабатывает два вида энергии – «дешевую» $\mathcal{E}_{ao}'^*$ попутно с тепловой и «дорогую» $\mathcal{E}_{ao}''^*$ в конденсационном режиме. Такое разделение дает возможность учесть нелинейное изменение цен на энергию при построении кусочно-линейных целевых функций субъектов.

Целевые функции субъектов при работе в системе:

$$C_p = \alpha_1 \mathcal{E}_{p1} + \gamma_1 D_1 \rightarrow \max;$$

$$C_{ao} = \alpha_2 \mathcal{E}_{p2} + \beta'_2 \mathcal{E}_{ao}'_2 + \beta''_2 \mathcal{E}_{ao}''_2 + \gamma_2 D_2 \rightarrow \max;$$

$$C_n = \alpha_3 \mathcal{E}_{p3} + \beta'_3 \mathcal{E}_{ao}'_3 + \beta''_3 \mathcal{E}_{ao}''_3 + \gamma_3 D_3 \rightarrow \max.$$

Ресурсные ограничения:

- 1) $\mathcal{E}_{p1} + \mathcal{E}_{p2} + \mathcal{E}_{p3} \leq \mathcal{E}_p^*$ (распределение энергии РАО между субъектами);
- 2) $\mathcal{E}_{p3} + \mathcal{E}_{ao}'_3 + \mathcal{E}_{ao}''_3 \leq \mathcal{E}_n^*$ (ограничение по потреблению энергии);
- 3) $D_1 + D_2 + D_3 \leq D^*$ (распределение денежных ресурсов между субъектами);
- 4) $\mathcal{E}_{ao}'_3 + \mathcal{E}_{ao}'_2 \leq \mathcal{E}_{ao}'^* + \mathcal{E}_{p2}$ (распределение «дешевой» энергии между потребителем и АО);
- 5) $\mathcal{E}_{ao}''_3 + \mathcal{E}_{ao}''_2 \leq \mathcal{E}_{ao}''^* + \mathcal{E}_{p2}$ (распределение «дорогой» энергии между потребителем и АО);
- 6) $\mathcal{E}_{ao}'_3 + \mathcal{E}_{ao}''_3 \leq \mathcal{E}_{ao}'^* + \mathcal{E}_{ao}''^* + \mathcal{E}_{p2} - \mathcal{E}_{ao}'_2 - \mathcal{E}_{ao}''_2$ (связь между потреблением и возможностями выработки АО и РАО).

Между субъектами могут существовать различные **отношения**. В общем случае их можно свести к отношениям, характеризующим различную степень подчиненности субъектов. Как частный случай таких отношений рассматривается равноправие субъектов. В модели подчиненность субъектов задается соотношением их коэффициентов эффективности.

Если субъекты могут договариваться о том, чтобы их эффективности были равны ($k_{эф}^{рао} = k_{эф}^{ао} = k_{эф}^п$), то возникает организация ассоциативного рыночного типа. Командные структуры моделируются соотношением эффективностей. При $k_{эф}^{рао} \gg k_{эф}^{ао}$ создается структура отношений, когда АО подчиняется РАО. При $k_{эф}^{ао} \gg k_{эф}^п$ возникает подчиненность потребителя АО. Подчиненность АО потребителю возникает, когда $k_{эф}^п \gg k_{эф}^{ао}$.

АО будет подчиняться РАО также в том случае, когда РАО получит возможность распоряжаться деньгами АО (например, средствами на развитие). Тогда их целевые функции примут вид:

$$Ц_p = \alpha_1 \mathcal{E}_{p1} + \gamma_1 D_1 + \gamma_1 k_b D_2 \rightarrow \max;$$

$$Ц_{ао} = \alpha_2 \mathcal{E}_{p2} + \beta'_2 \mathcal{E}_{ао'2} + \beta''_2 \mathcal{E}_{ао''2} + \gamma_2 (1 - k_b D_2) \rightarrow \max.$$

Здесь $\alpha_1 \mathcal{E}_{p1}$ – эффект в РАО, образующийся, например, за счет экономии топлива;

$\alpha_2 \mathcal{E}_{p2}$ – эффект в АО от «неработы» своих станций за счет экономии на разнице в ценах энергии своих станций и станций РАО;

$\beta'_2 \mathcal{E}_{ао'2}$ и $\beta''_2 \mathcal{E}_{ао''2}$ – эффект в АО, образующийся, например, за счет экономии топлива соответственно по «дорогой» и «дешевой» энергии;

$\alpha_3 \mathcal{E}_{p3}$ – эффект для потребителя за счет того, что он не покупает энергию вне системы (или не производит ее сам), а покупает ее у РАО (выигрыш на разнице в ценах);

$\beta'_3 \mathcal{E}_{ао'3}$ и $\beta''_3 \mathcal{E}_{ао''3}$ – эффект для потребителя от «неработы» на своих станциях против станций АО образуется за счет разницы в ценах энергии у потребителя и АО;

D_1, D_2 и D_3 – распределение денежного ресурса между участниками системы.

Дальнейший ход рассуждений основан на моделировании различных структур организаций (от структур с полной независимостью между субъектами к структурам с полной подчиненностью одних другим и их сопоставлением).

За некоторую точку отсчета была взята «общественная полезность», когда энергетика представляется в виде одной интегрированной (корпоративной) системы. Полезность определяется при наиболее эффективном распределении ресурсов как $\max (Ц_p + Ц_{ао} + Ц_п)$.

Ниже приведены исходные базовые данные, которые использовались и варьировались в экспериментальных расчетах. Эти данные не претендуют на какую-либо точность. Более того, они несколько удалены от реальных значений, поскольку ставилась задача получить не какие-либо числовые значения, а подтвердить работоспособность модели и качественные зависимости, а также выявить влияние различных факторов (табл. 1, 2).

Таблица 1

Ресурсы и стоимость	РАО	АО'	АО''	Потребитель
Энергия, 10^9 кВт·ч	10	10	5	15
Деньги, 10^9 руб				10
Стоимость энергии, руб/(кВт·ч)	0,2	0,15	0,25	0,3
Топливная составляющая, руб/(кВт·ч)	0,15	0,1	0,15	0,2

Таблица 2

Значения коэффициентов целевых функций									
РАО		АО				Потребитель			
α_1	γ_1	α_2	β'_2	β''_2	γ_2	α_3	β'_3	β''_3	γ_3
0,15	0,2	0,05	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,05	0,2

Результаты расчетов сведены в табл. 3. Разбивка таблицы на шесть групп обусловлена основными структурами организации, которые определяются коэффициентами эффективности. Остальные условия считаются равными для заданных типов структур и определены выше.

Анализ результатов расчетов. Функционирование энергетики в виде одной интегрированной (корпоративной) системы при эффективном использовании ресурсов дает наибольший суммарный эффект. При такой организации неважно, как и кем этот эффект будет распределяться между субъектами. Важно то, что данная организация определяет потенциальную возможность достижения субъектами этого состояния при формировании различных структур энергетики.

В условиях равноправия субъектов, которое означает свободу потребителя в выборе – у кого ему брать энергию (у РАО, АО или других источников) – равенство эффективностей субъектов при создании организации (аналог идеального конкурентного рынка):

а) эффективности всех субъектов больше 1 (субъекты получают системный эффект);

б) эффективности субъектов наибольшие (по сравнению с другими типами организации), и по суммарной полезности такая структура организации наиболее близка к организации энергетики интегрированной системой.

Моделирование отношений подчиненности приводит к образованию различных структур связей, и как результат происходит:

а) рост эффективности командующего и уменьшение эффективностей подчиненных субъектов;

б) снижение суммарной полезности данных структур по сравнению с организацией энергетики, представленной в виде одной интегрированной системы.

Таблица 3

Расчет значений целевых функций и коэффициентов эффективности для различных структур организации энергетики

Структура	ОП (общественная полезность)			$k_{эф}^{рао} = k_{эф}^{ао} = k_{эф}^п$ (равноправие)			$k_{эф}^{рао} >> k_{эф}^{ао}$ (подчиненность АО РАО)			$k_{эф}^{ао} >> k_{эф}^п$ (подчиненность потребителя АО)			$k_{эф}^п >> k_{эф}^{ао}$ (подчиненность АО потребителю)			$k_b = 0,5$ ($k_{эф}^{рао} = k_{эф}^{ао} = k_{эф}^п$) (влияние РАО на средства АО)		
	РАО	АО	П	РАО	АО	П	РАО	АО	П	РАО	АО	П	РАО	АО	П	РАО	АО	П
$\mathcal{E}_p, 10^9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$	2,972	7,028	0,000	0,000	10,00	0,000	1,100	8,900	0,000	0,000	10,00	0,000	1,650	8,350	0,000	1,848	8,152	0,000
$\mathcal{E}'_{ао}, 10^9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$		2,028	15,00	5,000	15,00	13,30	5,550	13,30	13,30	6,670	13,30	15,00		3,350	15,00		3,152	15,00
$\mathcal{E}''_{ао}, 10^9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$		5,000	0,000	5,000	0,000	0,000	5,000	0,000	0,000	5,000	0,000	0,000		5,000	0,000		5,000	0,000
$D, 10^9 \text{ руб}$	5,000	5,000	0,000	8,571	1,250	0,179	10,00	0,000	0,000	9,039	0,961	0,000	6,263	1,237	2,500	4,550	5,271	0,179
$\Pi, 10^9 \text{ руб}$	1,446	2,304	2,250	1,714	2,000	2,286	2,167	1,750	2,000	1,808	2,109	2,000	1,500	1,750	2,750	1,714	2,000	2,286
$\Pi_б, 10^9 \text{ руб}$	1,500	1,750	2,000	1,500	1,750	2,000	1,500	1,750	2,000	1,500	1,750	2,000	1,500	1,750	2,000	1,500	1,750	2,000
$k_{эф}$	0,964	1,317	1,125	1,143	1,143	1,143	1,444	1,000	1,000	1,205	1,205	1,000	1,000	1,000	1,375	1,143	1,143	1,143
$\Delta = \Pi - \Pi_б, 10^9 \text{ руб}$	-0,05	0,554	0,250	0,214	0,250	0,286	0,667	0,000	0,000	0,308	0,359	0,000	0,000	0,000	0,750	0,214	0,25	0,286
$\Sigma \Pi$	6,000			6,000			5,917			5,917			6,000			6,000		

При создании организации, когда РАО может распоряжаться прибылью АО, повышается эффективность РАО и снижается эффективность АО.

Условие необходимого участия потребителя в системе приводит к снижению как эффективностей всех субъектов, так и суммарного эффекта такой организации.

ВЫВОД

В последнее время заметно проявляется активность, направленная на урегулирование и согласование интересов различных субъектов электроэнергетического комплекса. Поскольку решение большинства проблем электроэнергетики во многом лежит в области организационных отношений и связей между субъектами, многими авторами предлагаются различные организационные структуры. К сожалению, из-за отсутствия работоспособных методов количественной оценки эффективности структур обоснование их осуществляется лишь на вербальном уровне.

Предложенная модель оценки эффективности позволяет сопоставлять различные структуры организации энергетики, включая и рыночные. Она также позволяет прогнозировать возникающие связи (перетоки энергетических, денежных ресурсов) при разных отношениях, ограничениях и начальных условиях (цены на ресурсы, процентные ставки и т. п.).

Модель может быть полезной при необходимости сопоставления действующих структур по их эффективности либо для оценки проектируемых структур организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рынки электроэнергии: Проблемы развития / Отв. ред. В. Пфаффенбергер, Л. Б. Меламед, М. В. Лычагин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – 224 с.
2. Китущин В. Г., Жирнов В. Л., Бык Ф. Л. Организация электроэнергетического рынка: Конспект лекций. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. – 180 с.
3. Китущин В. Г., Бык Ф. Л., Мальков А. В. К понятию «эффективность» // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2000. – № 3. – С. 96–100.

Представлена кафедрой
систем управления
и экономики энергетики

Поступила 23.03.2001