

димой ускоренную адаптацию его целей и функционально-структурной организации к условиям и требованиям рыночных отношений.

Создание эффективной системы управления предприятием основано на решении ряда задач:

- создание и обеспечение деятельности предприятия в виде согласованной и непротиворечивой бизнес-системы;
- проектирование организационной структуры и создание системы реализации целей;
- повышение эффективности бизнес-процессов по ключевым направлениям деятельности, в соответствии с ключевыми факторами успеха;
- обеспечение информационной поддержки бизнес-процессов, т.е. создание корпоративной информационно-управляющей системы.

Одним из главных недостатков применяющихся ранее управлеченческих методик являлась их функциональная ориентация и строгая регламентация процессов управления. В современных условиях состав и содержание функций управления меняются. Поэтому корректно поставленные цели и взаимосвязи различных звеньев системы управления приобретают, зачастую, более важное значение, чем строгое установление их функциональной специализации.

Решающим образом на эффективность современной системы управления предприятием влияет использование единого комплекса информационных технологий, поддерживающих процессы исследования, моделирования и совершенствования бизнес-систем. Их использование основано на создании модели предприятия, в которой определяются конкретные критерии его функционирования и факторы, влияющие на этот процесс. Однако программные продукты для таких систем представляют собой адаптивные для конкретного объекта информационные системы.

Можно выделить совокупность компонент, в совокупности позволяющих создать обоснованную модель предприятия:

о парадигма управления (научная организация производства, функциональный менеджмент, управление качеством, управление финансами, развитие бизнеса, стратегическое управление);

о инструменты управления (автоматизация, проектирование, реинжиниринг, бюджетирование, логистика);

о информационная поддержка управления (анализ деятельности, учетные системы);

о моделирование в управлении (кибернетика, моделирование бизнес-процессов, моделирование потоков данных, модели оптимального управления, имитационное моделирование);

о автоматизированные информационные технологии в управлении (автоматизация учета, АСУ, КИС).

Использование комплекса методов моделирования и соответствующих программных средств поддержки процесса моделирования бизнес-системы тесно связано с решением вопросов технологии их применения, что выдвигает требования к обеспечению формализации использования и преобразования комплекса получаемых моделей.

При построении системы бизнес-моделей, с нашей точки зрения, целесообразно выделять два аспекта решения: технологию имитационного моделирования и построение соответствующих информационных систем. При этом имитационное моделирование рассматривается как аппарат качественного и количественного анализа, а информационная система – как инструмент поддержки структуры и технологии управления бизнес-системой.

Для интеграции двух указанных аспектов проблемы ключевое значение имеет технология применения соответствующих методов и моделей на различных этапах исследования и моделирования бизнес-системы, особенно, в части построения имитационных моделей на основе функциональных и динамических прототипов бизнес-системы.

Наиболее перспективен, по мнению специалистов, для создания систем подобного рода объектно-ориентированный подход. Однако существует ряд иных успешно применяемых методик. В их числе: SADT, IDEFx, Сети Петри, RAD, методы «системной динамики» и др.

Независимо от методологии моделирования бизнес-системы, можно сформулировать концептуальные положения процесса моделирования для развития бизнес-системы:

1. Под развитием бизнес-системы можно понимать необходимое направленное, закономерное изменение материальных и идеальных объектов, входящих в ее состав, приводящее к трансформации ее структуры или функций.

2. Для исследования системы управления эффективно построение соответствующей бизнес-модели. Существующие методологии и нотации моделирования позволяют всесторонне отразить различные аспекты деятельности предприятия.

3. Моделирование применяется для обеспечения эффективной взаимосвязи этапов развития бизнес-системы:

- определение стратегии;
- определение формы реализации стратегии;
- формирование адекватной системы управления;
- реализации технологии управления;
- осуществление организационных изменений.

Творческое применение данной концепции помогает любому предприятию построить собственную динамическую модель развития, обеспечивающую конкурентные преимущества в долгосрочной перспективе.

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОПЛИВОМ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С УЧЕТОМ КАЧЕСТВА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Кириллов Ю.В., Кудаев С.А.

Новосибирский государственный
технический университет

1. Введение

В современных условиях энергетические предприятия вынуждены строить свою работу с учетом конъюнктуры рынка энергоносителей, который в по-

следнее время неуклонно расширяется. Например, предприятие ОАО «Новосибирскэнерго» ТЭЦ-2 закупает энергетический уголь на угольном рынке Кузбасса, который сегодня представляет собой 10 крупных угольных компаний, ряд самостоятельных фирм, объединяющий 47 шахт и 26 разрезов, 40 обогатительных фабрик и установок, а также ряд более мелких предприятий. Все они предлагают широкий ассортимент своей продукции – углей различных сортов, разной цены и соответствующего качества.

В условиях несвоевременной оплаты конечными потребителями услуг за произведенную электроэнергию ОАО «Новосибирскэнерго» часто испытывает финансовые затруднения и поэтому вынуждено закупать более дешевый, но некачественный уголь. Однако, как выяснили специалисты ТЭЦ, это приводит к тому, что возрастают удельные затраты на производство тепло- и электроэнергии в то время, как выход конечной продукции уменьшается. Более того, по подсчетам специалистов ОАО «Новосибирскэнерго», иногда убытки энергосистемы из-за потребления некачественного угля превышают выигрыш от покупки более дешевых энергоносителей.

Отсюда возникает задача оптимального выбора энергопредприятиями таких сортов угля, при использовании которых будет найден компромиссный вариант из следующих альтернатив:

- максимизация прибыли от производства тепловой и электрической энергии;
- минимизация затрат на закупку и транспортировку энергоносителей;

в) минимизация затрат на потери при производстве тепло- и электроэнергии, связанные с качеством потребляемого угля.

Задачи такого рода являются многокритериальными (векторными) задачами оптимизации, оригинальный алгоритм решения которых был предложен в [1] и развит в [2]. В данной работе рассмотрен числовой пример его реализации для решения важной прикладной задачи.

2. Постановка векторной задачи

Пусть x_i ($i = \overline{1, n}$) - доля количества угля i -го сорта в общем объеме закупаемых энергоносителей, а p_i - цена за 1тонну соответствующего сорта, включая транспортировку. Качество угля определяется двумя основными параметрами: a_i - % содержания золы и b_i - % содержания влаги в единице веса i -го сорта. Для нормальной работы оборудования ТЭЦ-2 установлены соответствующие нормативы на допустимые значения этих параметров: $a_0 = 16\%$ и $b_0 = 8\%$. Специалистами ТЭЦ-2 были рассчитаны коэффициенты удельного выхода электрической (d_i) и тепловой энергии (c_i) при сжигании в котлоагрегатах 1 тонны угля i -го сорта. Значения этих параметров для основных сортов используемого угля приведены в таблице 4.1

Таблица 1. Значения параметров для основных сортов используемого угля

№	Сорт угля	% содержания золы	% содержания влаги	Удельный выход электроэнергии, кВт/час/тонна	Удельный выход теплоэнергии, Гкал/тонна	Цена за 1 тонну, руб.
1	ССш	22,1	11,3	1532,12	1,465	439
2	ССр	21,4	11,0	1536,79	1,478	456
3	ССмш	20,1	10,8	1539,23	1,478	471
4	ССомш	18,0	10,0	1560,22	1,493	502
5	Серок1	17,5	9,0	1566,12	1,499	528
6	Томш	17,3	8,8	1567,92	1,500	543
7	Тр	17	8,5	1570,62	1,503	569

Кроме того, были определены коэффициенты потерь, характеризующие уменьшение удельной выработки электрической (K_1) и тепловой (K_2) энергии при увеличении содержания золы на 1%, а также аналогичные коэффициенты потерь (K_3 и K_4 соответственно) при увеличении содержания влаги на 1%.

Таким образом, необходимо найти компромисс между максимальной выработкой электрической энергии

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

тепловой энергии

$$\sum_{i=1}^n d_i x_i \rightarrow \max, \quad (2.2)$$

минимумом потерь от увеличения зольности при выработке электроэнергии и тепла

$$\left[\sum_{i=1}^n (a_i - a_0) x_i \right] K_1 \rightarrow \min \quad (2.3)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n (a_i - a_0) x_i \right] K_2 \rightarrow \min, \quad (2.4)$$

а также минимумом потерь при выработке тепло- и электроэнергии от увеличения влажности

$$\left[\sum_{i=1}^n (b_i - b_0) x_i \right] K_3 \rightarrow \min, \quad (2.5)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n (b_i - b_0) x_i \right] K_4 \rightarrow \min, \quad (2.6)$$

и, конечно, минимумом затрат на покупку и транспортировку

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i \rightarrow \min. \quad (2.7)$$

Выбор необходимо сделать при условии, что

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1. \quad (2.8)$$

$$\begin{cases} 1,465x_1 + 1,469x_2 + 1,478x_3 + 1,493x_4 + 1,499x_5 + 1,500x_6 + 1,504x_7 \rightarrow \max \\ 1532,12x_1 + 1536,79x_2 + 1539,23x_3 + 1560,22x_4 + 1566,12x_5 + \\ + 1567,92x_6 + 1570,62x_7 \rightarrow \max \\ 0,061x_1 + 0,054x_2 + 0,041x_3 + 0,02x_4 + 0,015x_5 + 0,013x_6 + 0,01x_7 \rightarrow \min \\ 0,033x_1 + 0,031x_2 + 0,028x_3 + 0,02x_4 + 0,01x_5 + 0,008x_6 + 0,005x_7 \rightarrow \min \\ 439x_1 + 456x_2 + 471x_3 + 500x_4 + 528x_5 + 543x_6 + 569x_7 \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \end{cases} \quad (3.1)$$

Решим задачу (3.1) методом гарантированного результата при нормализации критериев (ГРНК) как линейную неоднородную задачу векторной оптимизации с равнозначными критериями [1]. Для автоматизации процесса решения была выбрана программа электронных таблиц Excel 9.0 из пакета MS Office XP (2002). В соответствии с алгоритмом решения таких задач [1] необходимо выполнить следующие этапы вычислений.

1. Решаем скалярные задачи оптимизации для каждого критерия с помощью модуля «Поиск решения» таблиц Excel 9.0 и определяем значения и координаты его максимума и минимума. Получаем:

$$f_1^{\max}(X_1^{\max}) = 1,504; X_1^{\max} = (0; 0; 0; 0; 0; 0; 1),$$

$$f_1^{\min}(X_1^{\min}) = 1,465; X_1^{\min} = (1; 0; 0; 0; 0; 0; 0),$$

$$f_3^{\max}(X_3^{\max}) = 0,061; X_3^{\max} = (1; 0; 0; 0; 0; 0; 0),$$

При этом нумерация переменных производится в соответствии с порядковым номером сорта угля, представленного в таблице 1. В результате имеем следующую линейную неоднородную задачу векторной оптимизации:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n d_i x_i \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n (a_i - a_0) x_i \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n (b_i - b_0) x_i \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n p_i x_i \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \end{cases} \quad (2.9)$$

3. Решение векторной задачи

Используя в (2.9) данные таблицы 1, получаем следующую числовую модель векторной задачи:

$$\begin{aligned} f_3^{\min}(X_3^{\min}) &= 0,01; X_3^{\min} = (0; 0; 0; 0; 0; 0; 1), \\ f_4^{\max}(X_4^{\max}) &= 0,033; X_4^{\max} = (1; 0; 0; 0; 0; 0; 0), \\ f_4^{\min}(X_4^{\min}) &= 0,005; X_4^{\min} = (0; 0; 0; 0; 0; 0; 1), \\ f_5^{\max}(X_5^{\max}) &= 569; X_5^{\max} = (0; 0; 0; 0; 0; 0; 1), \\ f_5^{\min}(X_5^{\min}) &= 439; X_4^{\min} = (1; 0; 0; 0; 0; 0; 0). \end{aligned}$$

2. Производим нормализацию критериальных функций, получаем их относительные оценки $\lambda_1(X), \lambda_2(X), \bar{\lambda}_3(X), \bar{\lambda}_4(X), \bar{\lambda}_5(X)$.

3. Формируем λ -задачу для получения единственного Парето-оптимального решения (3.1):

$$f_2^{\max}(X_2^{\max}) = 1570,62; X_2^{\max} = (0; 0; 0; 0; 0; 0; 1), f_2^{\min}(X_2^{\min}) = 0,061; X_2^{\min} = (1; 0; 0; 0; 0; 0; 0),$$

$$\begin{cases} \lambda \rightarrow \max \\ \lambda - \lambda_1(X) \leq 0 \\ \lambda - \lambda_2(X) \leq 0 \\ \lambda - \bar{\lambda}_3(X) \leq 0 \\ \lambda - \bar{\lambda}_4(X) \leq 0 \\ \lambda - \bar{\lambda}_5(X) \leq 0 \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \end{cases} \quad (3.2)$$

Решение λ -задачи приведено на рис. 1. Координаты компромиссного решения равнозначной задачи:

$$X_{eqv}^0 = (0,336; 0; 0; 0; 0,667; 0; 0).$$

При этом компромиссные значения относительных оценок критериев будут гарантированно не хуже $\lambda = 0,545$. Действительно:

$$\begin{aligned} \lambda_1(X_{eqv}^0) &= 0,578; \lambda_2(X_{eqv}^0) = 0,588; \bar{\lambda}_3(X_{eqv}^0) = 0,598; \\ \bar{\lambda}_4(X_{eqv}^0) &= 0,545; \bar{\lambda}_5(X_{eqv}^0) = 0,545 \end{aligned}$$

A	B	C	D	E	F	G	H	I
113								
114								
115								
116								
117	λ	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
118	0,545421	0,3360088	0	0	0	0,6639912	0	0
119	1	0	0	0	0	0	0	0
120								коэф ЦФ
121								
122								
123								
124		$\lambda - \lambda_1(X)$	-0,033443	\leq	0			
125		$\lambda - \lambda_2(X)$	-0,042685	\leq	0			
126		$\lambda - \bar{\lambda}_3(X)$	-0,053473	\leq	0			
127		$\lambda - \bar{\lambda}_4(X)$	0,000000	\leq	0			
128		$\lambda - \bar{\lambda}_5(X)$	0,000000	\leq	0			
129								
130								
131								
132								
133								
134		$\sum_{i=1}^n x_i$	1	$=$	1			
135								
136								
137								
138								

Рисунок 1. Решение λ -задачи

Таким образом, для получения оптимального решения необходимо закупать уголь 1 сорта в количестве 33,6% от общего объема и 66,4% угля 5 сорта. При этом общие затраты на закупку составят 54,5% от максимальной стоимости, затраты на потери от повышенной влажности составят 54,5% от максимальных, затраты на потери от повышенной зольности составят 59,8% от максимальных, производство тепловой энергии будет на уровне 58,8% от максимума, а производство электроэнергии – на уровне 57,8% от того максимума, который был бы достигнут, если в качестве единственного критерия выбрать только общий объем выработанной ТЭЦ-2 электрической энергии.

4. Поставим теперь задачу улучшить найденное компромиссное решение. Пусть ЛПР желает непременно уменьшить затраты на покупку энергетического угля даже за счет значений по остальным критериям. Для этого, в соответствии с алгоритмом решения неравнозначной линейной задачи векторной оптимизации [2], необходимо увеличить значение относительной оценки по 5-му критерию, ухудшив значения остальных критериев с помощью коэффициентов приоритета 5-го критерия по отношению к ним. Вычисление необходимых пределов коэффициентов приоритета представлено на рис. 2.

138								
139								
140								
141	X_{eqv}^0	0,3360088	0	0	0	0,6639912	0	0
142								
143	X_5^{min}	1	0	0	0	0	0	0
144								
145	$\bar{\lambda}_5(X_{eqv}^0)$	0,545421	$\lambda_1(X_{eqv}^0)$	0,578864	$\lambda_1(X_5^{min})$	0,000000		
146								
147	$\bar{\lambda}_5(X_5^{min})$	1,000000	$\lambda_2(X_{eqv}^0)$	0,588107	$\lambda_2(X_5^{min})$	0,000000		
148								
149	$\bar{\lambda}_5(X_{eqv}^0)$	0,598894	$\bar{\lambda}_3(X_5^{min})$	0,000000				
150								
151								
152								
153								
154								
155	$\bar{\lambda}_4(X_{eqv}^0)$	0,545421	$\bar{\lambda}_4(X_5^{min})$	0,000000				
156								
157								
158								
159								
160	Пределы изменения коэффициентов							Выбор
161	0,9422269	\leq	$\bar{\lambda}_1(X)$	\leq	∞	$\bar{\lambda}_1(X)$	\leq	P_1 100
162	0,9274194	\leq	$\bar{\lambda}_2(X)$	\leq	∞	$\bar{\lambda}_2(X)$	\leq	P_2 100
163	0,9107143	\leq	$\bar{\lambda}_3(X)$	\leq	∞	$\bar{\lambda}_3(X)$	\leq	P_3 100
164	1	\leq	$\bar{\lambda}_4(X)$	\leq	∞	$\bar{\lambda}_4(X)$	\leq	P_4 100
165								
166								
167								
168								

Рисунок 2. Вычисление необходимых пределов коэффициентов приоритета

В результате получим

$$0,942 \leq \bar{p}_1^5 \leq \infty; 0,927 \leq \bar{p}_2^5 \leq \infty; 0,91 \leq \bar{p}_3^5 \leq \infty; 1 \leq \bar{p}_4^5 \leq \infty.$$

5. Формируем вектор коэффициентов приоритета в найденных пределах

$$P^5 = (100; 100; 100; 100; 1)$$

и строим λ -задачу с неравнозначными критериями:

$$\begin{cases} \lambda \rightarrow \max \\ \lambda - 100\lambda_1(X) \leq 0 \\ \lambda - 100\lambda_2(X) \leq 0 \\ \lambda - 100\bar{\lambda}_3(X) \leq 0 \\ \lambda - 100 \cdot \bar{\lambda}_4(X) \leq 0 \\ \lambda - \bar{\lambda}_5(X) \leq 0 \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \end{cases} \quad (3.3)$$

Решение неравнозначной векторной задачи с приоритетом 5-го критерия									
	λ	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	max
172	0,991734	0,9879267	0	0	0	0,0120733	0	0	0,991734441
173	1	0	0	0	0	0	0	0	коэф. ЦФ
174									
175									
176									
177									
178									
179									
180									
181									
182									
183									
184									
185									
186									
187									
188									
189									
190									
191									
192									
193									

Рисунок 3. Решение неравнозначной задачи

Однако значения других критериев стали хуже: затраты на потери от повышенной влажности и зольности возросли до 99% от максимума, выработка тепловой и электрической энергии снизились до значений лишь на 1% превышающих минимально возможные. Тем не менее, цель достигнута: значение критерия 5 явно улучшилось по сравнению с равнозначной задачей.

4. Выводы

Таким образом, метод ГРНК является действенным инструментом для принятия оптимальных решений в сложных условиях многокритериального выбора. Следует отметить, что вычисляемые коэффициенты приоритета являются эффективным средством целенаправленного изменения значений компромиссного решения, в первую очередь его улучшения. Это является дополнительным плюсом для практического использования алгоритмов метода ГРНК, так как значительно снижает субъективизм в принятии решений по такому важному вопросу, как приоритет определенного критерия.

Решение неравнозначной задачи приведено на рис 3. В результате получим новые координаты Парето-оптимального решения:

$$X_{noneqv}^0 = (0,988; 0; 0; 0; 0,012; 0; 0).$$

Т.е., в этом случае угля 1 сорта следует закупать уже в количестве 98,8% от общего объема, а угля 5 сорта только 0,12%. Как видно, значение 5-го критерия явно улучшается и лишь на 1% больше своего локального минимума.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Л.Н., Кириллов Ю.В. К вопросу о Парето-оптимальности решений задач векторной оптимизации // Сборник научных трудов НГТУ, 2003, №3, стр. 61-74.

2. Кириллов Ю.В. Методы многокритериальной оптимизации в информационных технологиях анализа инновационной деятельности // «Актуальные проблемы электронного приборостроения» АПЭП – 2004: Тр. VII междунар. конф., Новосибирск, 21-24 сент., 2004 – Изд-во НГТУ, 2004. – Т. 7. – стр. 84 – 88.

РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ - НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ДЛЯ УСПЕШНОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Пахомова Н.Я., Постнова Е.П.

Научный руководитель: к.э.н.,

доцент Т.В. Твердохлебова,

Государственный университет

цветных металлов и золота,

Красноярск

Рыночные реформы открывают новую перспективу для российского бизнеса, но в то же время ста-