© О.В. Тайлаков, Д.Н. Застрелов, 2007

УДК 662.74, 622.33

О.В. Тайлаков, Д.Н. Застрелов

СИТУАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Семинар № 14

В последние годы развитие угольной отрасли сопровождается освоением новых месторождений, строительством новых угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, увеличением объема добычи угля, основная доля которой приходится на Кузнецкий угольный бассейн. На территории Кузбасса сосредоточены предприятия угольной, металлургической, химической, машиностроительной отраслей, электроэнергетики. Наукоемкая машиностроительная отрасль Кузбасса играет важную связующую роль в промышленности региона, основу которой составляет угледобыча. Именно поэтому возникает необходимость анализа функционирования предприятий угольного машиностроения, изучения рациональных направлений развития предприятий. Задача моделирования состоит в построении и анализе обобщенных критериев функционирования на основе применения энтропийного подхода к совокупности статических эконометрических показателей и динамических поведенческих свойств сетевых моделей, характеризующих ситуационное развитие, предприятий угольного машиностроения.

Можно выделить четыре основных этапа исследования формирования траекторий развития предприятий: подготовка исходных данных построение модели объекта; исследование свойств моделей; анализ обобщенных критериев; формулирование рекомендаций (рис. 1).

На **первом этапе** проводится формирование исходных данных. Исходными данными выступают эконо-метрические показатели и результаты анализа свойств сетевых моделей.

Можно выделить несколько уровней формируемых исходных данных: участки предприятий угольного машиностроения, цеха предприятий, а также в целом предприятия угольного машиностроения (рис. 2).

На **втором этапе** моделирования проводится анализ динамических поведенческих свойств сетевых моделей предприятий угольного машиностроения, а также расчет возможной прибыли инвестора (D) и коэффициента эконометрического показателя i-го предприятия (N_j). Для анализа динамических поведенческих свойств сетевых моделей предприятий угольного машиностроения можно выделить следующие основные свойства: консервативность, повторяемость, консистентность, наличие сифонов и ловушек в сети. Для анализа сети N на консервативность проведена проверка условия $fC=0$, где $f=(f_1, f_2, \ldots,$

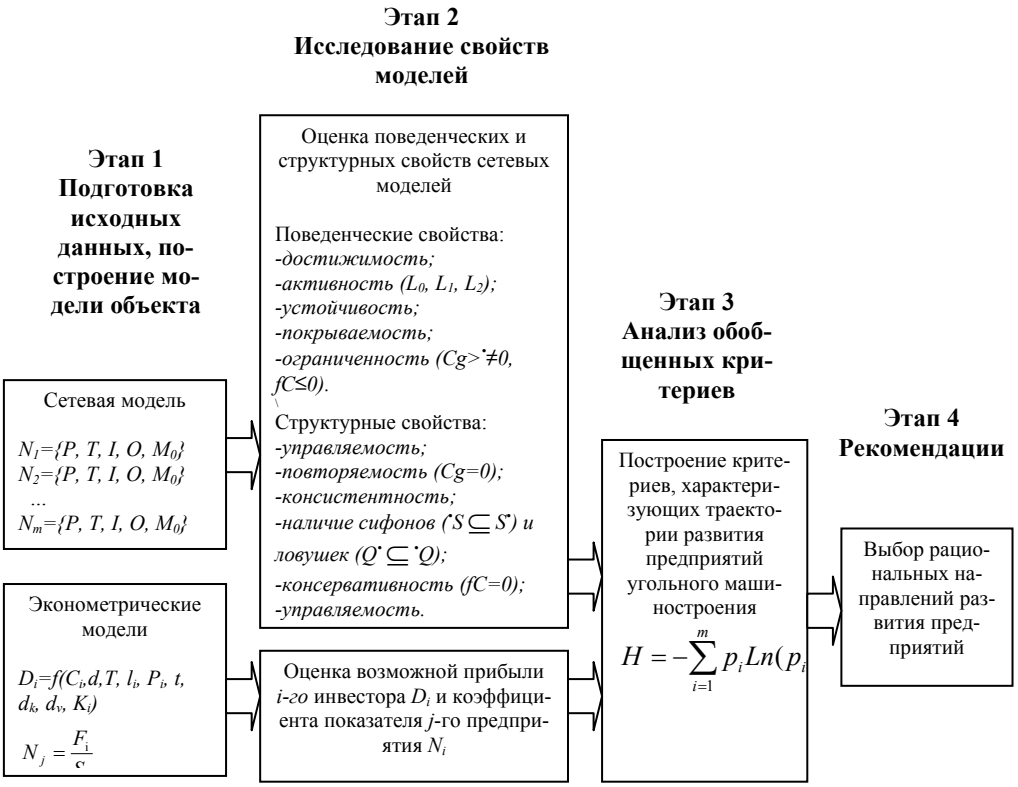

Рис. 1. Этапы моделирования траекторий развития предприятий

f_{14}) – вектор, C – матрица инцидентности [1]. Для исследования сети N на консистентность необходимо решить систему уравнений ($A^T x=0, x\neq 0$). Ловушки в сети N будут являться сифонами в сети N^{-1}. Сифоны в сети N^{-1} возможно обнаружить как (0, 1)-решения системы неравенств

В качестве эконометрических показателей используются результаты оценки инвестиционной привлекательности предприятий угольного машиностроения, которая заключается в следующем: по каждому предприятию рассчитываются показатели F_{ij}: темп роста товарной продукции (F_1), темп роста заработной платы (F_2), темп роста производительности труда на одного работника ППП (F_3), темп роста фондоотдачи (F_4), темп роста стоимости основных фондов (F_5), темп роста балансовой прибыли (F_6), темп роста рентабельности продукции (F_7), коэффициент износа основных фондов (F_8). Полученные показатели (F_{ij}) относятся к среднеотраслевым значениям (S_i):

$$N_{ij} = \frac{F_{ij}}{S_j},$$

где N_{ij} – коэффициент эконометрического показателя i-го предприятия; F_{ij} – значение показателя по i-му предприятию; S_j – среднеотраслевое значение j-го показателя.

Затем результаты оценки складываются (в зависимости от экономиче-

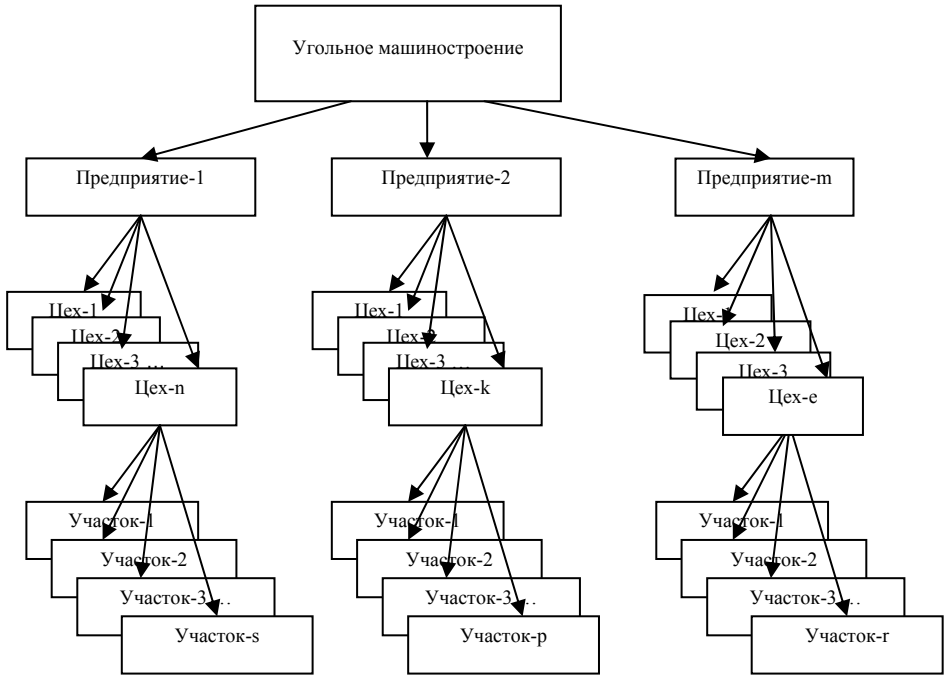

Рис. 2. Уровни исходных данных

ского смысла суммируются прямые или обратные величины) и проводится ранжирование предприятий по убыванию полученных коэффициентов:

$$R_i = \sum_{i=1}^{k} N_j \ ,$$

где R_i – весовой коэффициент i-го предприятия; N_j– коэффициент эконометрического показателя i-го предприятия; k – количество предприятий, участвующих при построении рейтинга.

Для оценки возможной прибыли инвестора в зависимости от варианта привлечения инвестиций используются эконометрические модели:

1. Прямые инвестиции. Прибыль инвестора зависит от дохода по проекту, размера эксплуатационных затрат; срока реализации проекта; ставки дисконтирования и размера единовременных инвестиций.

2. Получение кредита. Прибыль инвестора зависит от размера инвестиций в виде кредита предприятию, срока, на который предоставляется кредит, срока реализации проекта, ставки по кредиту и ставки дисконтирования.

3. Выпуск векселей. Предприятие может получить инвестиции за счет выпуска собственных векселей. В данном случае прибыль инвестора будет зависеть от объема инвестиций в ценные бумаги предприятия, периода размещения средств в векселях, ставки по векселям и ставки дисконти-рования.

4. Привлечение портфельных инвестиций. В этом случае рациональнее разрабатывать сценарий развития с помощью модели, подразумевающей расчет коэффициента инвестиционной при-

влекательности. Данная модель позволяет определить соотношение между реальной стоимостью создания аналогичного бизнеса и рыночной капитализацией существующего предприятия. Прибыль инвестора будет определяться по формуле:

$$D = C\frac{K-1}{(1+d)^t},$$

где D – прибыль инвестора; C – размер инвестиций в акции предприятия; K – коэффициент инвестиционной привлекательности; t – год реализации проекта; d – ставка дисконтирования.

Коэффициент инвестиционной привлекательности может быть рассчитан по следующей формуле:

$$K = \frac{(C_p + P - (K + R_k)}{C},$$

где K – коэффициент инвестиционной привлекательности; C_p – стоимость имущества предприятия; P – приведенная прибыль предприятия; K – кредиторская задолженность; R_k – приведенные проценты по кредиторской задолженности; C – размер инвестиций в акции предприятия (рыночная стоимость, сложившаяся на сегодняшний момент на рынке акций) [2].

На **третьем этапе** моделирования проводится построение критериев, характеризующих траектории развития предприятий. Критерии формируются посредством обобщения статических эконометрических показателей и результатов анализа динамических поведенческих свойств сетевых моделей предприятий угольного машиностроения с помощью метода энтропийного анализа. Результаты исследования свойств сетевых моделей принимаются как бинарные величины (1 либо 0). Например, если сеть консервативна, то функциональный показатель равен 1, а если сеть не консервативна, то 0. Применение энтропийного подхода является рациональным, когда рассматриваются показатели разной природы и размерности [3].

$$H = -\sum_{i=1}^{m} p_i Ln(p_i),$$

где H – информационная энтропия, p_i – удельный вес функционального показателя.

Информационная энтропия рассчитывается для нескольких предприятий, выбранных в качестве объектов исследования.

На **четвертом этапе** по результатам моделирования можно проранжировать предприятия по возрастанию значений информационной энтропии, провести выбор рациональных направлений развития предприятий угольного машиностроения, вариантов привлечения инвестиций. Можно провести прямо пропорциональную зависимость между значением информационной энтропии и эффективностью функционирования предприятия угольного машиностроения.

Результаты подхода к анализу функционирования предприятий тестируются на примере завода угольного машиностроения ЗАО «Сибтензоприбор». Разработана исходная модель предприятия, которая может быть представлена сетью Петри $N=\{P, T, I, O, M_0\}$ [4], где P – множество позиций, T – множество переходов, I – входная функция, O – выходная функция, M_0 – начальная маркировка (рис. 3).

В сети N начальная маркировка $M_0(0,0,0,0,0,0,0,6,32,37,25,0,0,0)$ соответствует фонду накопления предприятия угольного машиностроения в размере 6 млн руб., запланированным затратам на трудовые ресурсы (32 млн руб.), наличию материалов в заготовительном (стоимостью 37 млн руб.) и литейном

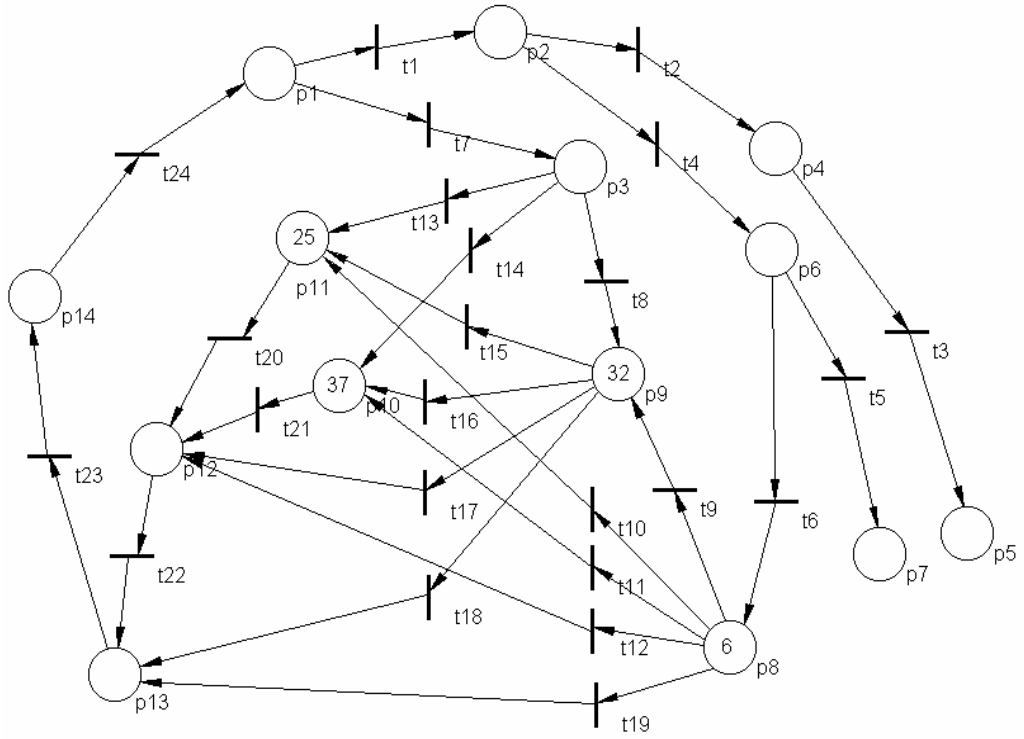

Рис. 3. Сеть Петри N, отражающая финансирование производственного процесса предприятия угольного машиностроения

(стоимостью 25 млн руб.) цехах из расчета на год.

В результате проверки условия $fC=0$ получено решение системы уравнений $f=(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1)$, которое свидетельствует о консервативности сети N. Расчеты, проведенные при анализе сети N показали, что $x_2=x_3=x_5=0$, следовательно, сеть не консистентна. В сети N определены ловушки
$S_1 = \{p_1,p_2,p_6,p_8,p_{13},p_{14}\}$, $S_2 = \{p_1,p_2,p_6,p_8,p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_3 = \{p_1,p_2,p_6,p_7,p_8,p_{10},p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_4 = \{p_1,p_2,p_6,p_8,p_9,p_{10},p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_5 = \{p_1,p_3,p_9,p_{13},p_{14}\}$, $S_6 = \{p_1,p_3,p_9,p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_7 = \{p_1,p_3,p_9,p_{10},p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_8 = \{p_1,p_3,p_9,p_{11},p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_9 = \{p_1,p_3,p_{10},p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_{10} = \{p_1,p_3,p_{11},p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_{11} = \{p_1,p_2,p_6,p_8,p_9,p_{11},p_{12},p_{13},p_{14}\}$, $S_{12} = \{p_1,p_2,p_6,p_8,p_{11},p_{12},p_{13},p_{14}\}$.

Наличие ловушек в N свидетельствует о накоплении финансовых, материальных, трудовых ресурсов, что указывает на небезопасность сети. Данный анализ сетевой модели предприятия угольного машиностроения показал, что существующая организация финансирования производственного процесса не обеспечивает непрерывной загрузки цехов: пока происходит термическая (t_{20}) и первичная механическая обработка (t_{21}) не осуществляется сборка деталей (t_{22}). Этот недостаток можно устранить путем применения конвейерного принципа организации работ.

Таблица 1

Расчет коэффициента инвестиционной привлекательности

Показатель	1999	2000	2001	2002	Темп роста, %			
					00/99	01/00	02/01	02/99
Коэффициент инвестиционной привлекательности	1,26	1,4	1,38	1,3	110,5	98, 9	94,3	103

Таблица 2

Возможная прибыль инвестора от вложения средств в акции предприятия

Объем инвестиций, млн. руб.	**Возможная прибыль инвестора, млн. руб.**			
	1999	**2000**	**2001**	**2002**
5	0,6	1,0	0,9	0,7
10	1,3	2,0	1,9	1,5
15	1,9	2,9	2,8	2,2
20	2,6	3,9	3,7	3,0
25	3,2	4,9	4,7	3,7
30	3,9	5,9	5,6	4,5
35	4,5	6,8	6,6	5,2

Таблица 3

Рейтинг инвестиционной привлекательности предприятий машиностроительной промышленности

Предприятие	**Темп роста, % (2002/2001)**								**Рейтинг**
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	
Среднеотраслевой показатель (S_j)	90,5	128,9	102,1	89,4	101,4	106,7	101,6	100,4	-
ОАО "Автоагрегат"	228,9	259,6	161,9	220,3	103,9	256,2	292	47,7	1
ООО "Кемерово Химмаш"	172	145,1	145,7	53	324,3	119,7	104,5	5,5	2
ОАО "Беловский энерго-ремонтный завод"	115,3	118,5	106	103,9	101,3	51,6	51,4	38,1	3
ЗАО "Сибтензоприбор"	88,2	109	81,8	85,7	102,9	-	-	64,3	4
ЗАО "ЗЭТА"	70,8	89,2	68,3	60,1	101,6	-	-	64,3	5

В качестве примера эконометрических показателей использован коэффициента инвестиционной привлекательности ЗАО "Сибтензоприбор" (табл. 1).

Размер возможной прибыли инвестора зависит от значений коэффициента инвестиционной привлекательности и объема вложенных средств (табл. 2).

По результатам расчета коэффициентов эконометрических показателей *i*-ых предприятий (N_{ij}) составлен рейтинг инвестиционной привлекательности на примере предприятий машиностроительной промышленности Кемеровской области (табл. 3).

Результаты рейтинговой оценки, выполненной для предприятий машиностроения Кемеровской области показывают, что наибольшей инвестиционной привлекательностью обладает ОАО "Автоагрегат", затем следуют ООО "Кемеровохиммаш", ОАО "Беловский энерго-ремонтный завод". Необходимо отметить, что из-за отрицательных значений прибыли и, соответственно, рентабельности ЗАО "Сибтензоприбор" и ЗАО "ЗЭТА", коэффициенты этих эконометрических показателей не были учтены при определении весового коэффициента данных предприятий. Если прибыль была бы незначительной, но положительной, то она могла бы повлиять на конечный результат рейтинга.

С помощью метода энтропийного анализа по результатам исследования свойств сетевых моделей, расчета коэффициентов эконометрических показателей предприятия (N_{ij}), коэффициентов инвестиционной привлекательности (K), возможной прибыли инвестора (D) проведено построение критериев, характеризующих траектории развития предприятий угольного машиностроения. Расчет информационной энтропии проведен по 20 функциональным показателям. Например, информационная энтропия ЗАО "Сибтензоприбор": $H_1 = 2{,}32$ [*Hum*]. Чем выше значение информационной энтропии, тем более эффективно работает предприятие и тем устойчивее его функционирование по сравнению с другими исследуемыми объектами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бандман М.К., Бандман О.Л., Есикова Т.Н.* Территориально-производствен-ные комплексы: Прогнозирование процесса формирования с использованием Сетей Петри – Новосибирск: Наука, 1990. – 303 с.
2. *Радионов Н.В., Радионова С.П.* Основы финансового анализа: математические методы, системный подход. – СПб.: Альфа, 1999. – 592 с.
3. *Логов А.Б., Кочетков В.Н., Рожков А.А.* Энтропийный подход к моделированию процесса реструктуризации угольной отрасли – Кемерово-М: 2001, – 324 с.
4. *Котов В.Е.* Сети Петри – М.: Наука, 1984. – 158 с.

Коротко об авторах

Тайлаков О.В., Застрелов Д.Н. – Институт угля и углехимии СО РАН.