



ОЦЕНКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПАНИЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АДАПТАЦИОННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ К ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ

С.Н. Масаев, М.Г. Доррер

Предложен подход к анализу структуры и числовых характеристик производственной системы, основанный на расчете линейной корреляции между временными рядами затрат.

Ключевые слова: корреляция, адаптометрия, процесс, системный анализ, управление.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в условиях мирового кризиса для бизнеса характерно усиление процессов интеграции, в результате которых появляется целая серия объединений, слияний и поглощений. Холдинговые компании, как продукт этих процессов, возникают по всему миру, включая Россию. На роль основных двигателей отечественного бизнеса претендуют финансовые группы, которым удалось диверсифицировать сферы деятельности и наладить взаимодействие производственных систем внутри групп. В настоящее время этот процесс все еще усиливается: большинство крупных производственных систем находятся в сфере влияния той или иной группы. Однако далеко не завершен другой процесс — выстраивание модели управления производственной системой внутри холдинга, позволяющей считать российские холдинги не просто собранием разнородных активов, а по-настоящему работоспособными системами [1].

При управлении компаниями холдинга управленца подстерегают следующие проблемы:

- субъективность и недостаточная точность анализа структуры действующих взаимоотношений с другими производственными системами в холдинге;
- недостаточная связь между учетными системами производственной системы и системами планирования и прогнозирования, затрудняющая и снижающая точность оценки последствий принимаемых управленческих решений [2];
- недостаточная прозрачность имеющихся систем планирования и прогнозирования работы

производственных систем, снижающая уровень принимаемых управленческих решений [3];

- разновекторность развития компаний в холдинге, наличие не выявленных конфликтующих целей [4].

Одним из оригинальных подходов, позволяющих решать указанные проблемы и строить интегральные оценки динамики производственных систем и их адаптации к условиям изменяющейся конкурентной среды, может стать метод корреляционной адаптометрии, предложенный А.Н. Горбанем и Е.В. Смирновой в 1985 г. для анализа биологических систем. Установлено, что динамика скоррелированности параметров биологических систем в условиях стрессовых ситуаций может служить показателем реакции на стресс и способность системы к адаптации [5].

Предложенный подход можно применить для анализа параметров производственных систем. Для этого необходимо:

- выполнить анализ поведения производственной системы в условиях кризисных явлений на основе методов корреляционной адаптометрии;
- осуществить распределение ресурса (в частном случае финансирования) в производственной системе.

1. АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ АДАПТОМЕТРИИ

Производственной системой в данной статье будем считать компанию в целом.

В соответствии с классической теорией систем управления (Р. Калман и др., 1971) рассматриваем

мую систему S можно представить в виде $S = \{T, X\}$ где $T = \{t = 0, 1, 2, \dots\}$ — дискретное множество моментов времени (моменты учета системы); X — фазовое пространство системы, $x(t) = [x^1(t), x^2(t), \dots, x^n(t)]^T \in X$ — n -мерный вектор фазовых переменных, определяющих состояние системы.

В качестве фазовых переменных системы $x^j(t)$ выступают финансовые затраты на выполнение определенных функций. Пример представления этих функций в системе бухгалтерского учета (бюджетирования) приведен в табл. 1. Полный список фазовых переменных в данном исследовании содержит 417 наименований, т. е. $n = 417$.

Для анализа используются значения вектора фазовых переменных $x(t)$ за k предыдущих тактов. Параметр k будем называть глубиной анализа (в работе принято $k = 6$ мес).

Получим матрицу

$$X_k(t) = \begin{bmatrix} x^T(t-1) \\ x^T(t-2) \\ \dots \\ x^T(t-k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^1(t-1) & x^2(t-1) & \dots & x^n(t-1) \\ x^1(t-2) & x^2(t-2) & \dots & x^n(t-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x^1(t-k) & x^2(t-k) & \dots & x^n(t-k) \end{bmatrix}$$

Далее произведем центрирование и нормирование ее элементов и обозначим

$$\begin{aligned} \dot{X}_k(t) &= \begin{bmatrix} \dot{x}^T(t-1) \\ \dot{x}^T(t-2) \\ \dots \\ \dot{x}^T(t-k) \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} \dot{x}^1(t-1) & \dot{x}^2(t-1) & \dots & \dot{x}^n(t-1) \\ \dot{x}^1(t-2) & \dot{x}^2(t-2) & \dots & \dot{x}^n(t-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dot{x}^1(t-k) & \dot{x}^2(t-k) & \dots & \dot{x}^n(t-k) \end{bmatrix}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{X}_k^T(t) &= [\dot{x}(t-1) \ \dot{x}(t-2) \ \dots \ \dot{x}(t-k)] = \\ &= \begin{bmatrix} \dot{x}^1(t-1) & \dot{x}^1(t-2) & \dots & \dot{x}^1(t-k) \\ \dot{x}^2(t-1) & \dot{x}^2(t-2) & \dots & \dot{x}^2(t-k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dot{x}^n(t-1) & \dot{x}^n(t-2) & \dots & \dot{x}^n(t-k) \end{bmatrix} \end{aligned}$$

и вычислим $R_k(t) = \frac{1}{k-1} \dot{X}_k(t) \dot{X}_k^T(t) = \|r_{ij}(t)\|$, $i, j = 1, \dots, n$, где $r_{ij}(t) = \frac{1}{k-1} \sum_{l=1}^k \dot{x}^i(t-l) \dot{x}^j(t-l)$ — коэффициент корреляции.

Следует учесть, что оценка t -критерия для пары x^i и x^j вычисляется по формуле

$$t = \frac{|r_{ij}|}{S_\tau}, \quad S_\tau = \frac{1 - \tau_{ij}^2}{\sqrt{k-2}}.$$

Эта величина сравнивается с табличным значением критерия Стьюдента t_α для $k-2$ степеней свободы при доверительной вероятности α . В инженерных расчетах обычно берется $\alpha = 0,95$.

Если при анализе системы получена величина $t \geq t_\alpha$, то гипотеза о наличии значимой линейной связи между переменными $x^i(t)$ и $x^j(t)$ не отвергается, при $t < t_\alpha$ — отвергается. Поскольку величина t определяется коэффициентом корреляции r_{ij} и числом k , то для каждого табличного значения t_α существует предельное (критическое) значение $r_{кр}$. При этом соотношение $|r_{ij}| \geq r_{кр}$ равносильно соотношению $t \geq t_\alpha$, а $|r_{ij}| < r_{кр}$ соответствует $t < t_\alpha$.

С другой стороны, если $|r_{ij}|$ близок к единице, то это говорит о функциональной линейной зависимости переменных $x^i(t)$ и $x^j(t)$. Таким образом, глубина анализа была выбрана минимально воз-

Таблица 1

Бюджет доходов и расходов с привязкой к функциям производственной системы

Проект	Вид деятельности	Статья дохода/расхода	Подстатья дохода/расхода	Выполняемая функция (фазовая переменная x^j)	План $x^{*j}(t)$	Факт $x^j(t)$
Наименование проекта	Капитальные вложения	Проектирование	Проектирование	Проектирование внешних сетей x^1	$x^{*1}(t)$	$x^1(t)$
Текущая деятельность	Финансовая	Использование прибыли	Прибыли и убытки прошлых лет	Инвентаризация x^2	$x^{*2}(t)$	$x^2(t)$
Текущая деятельность	Операционная	Услуги сторонних организаций	Прочие услуги сторонних организаций	Прочие расходы x^3	$x^{*3}(t)$	$x^3(t)$

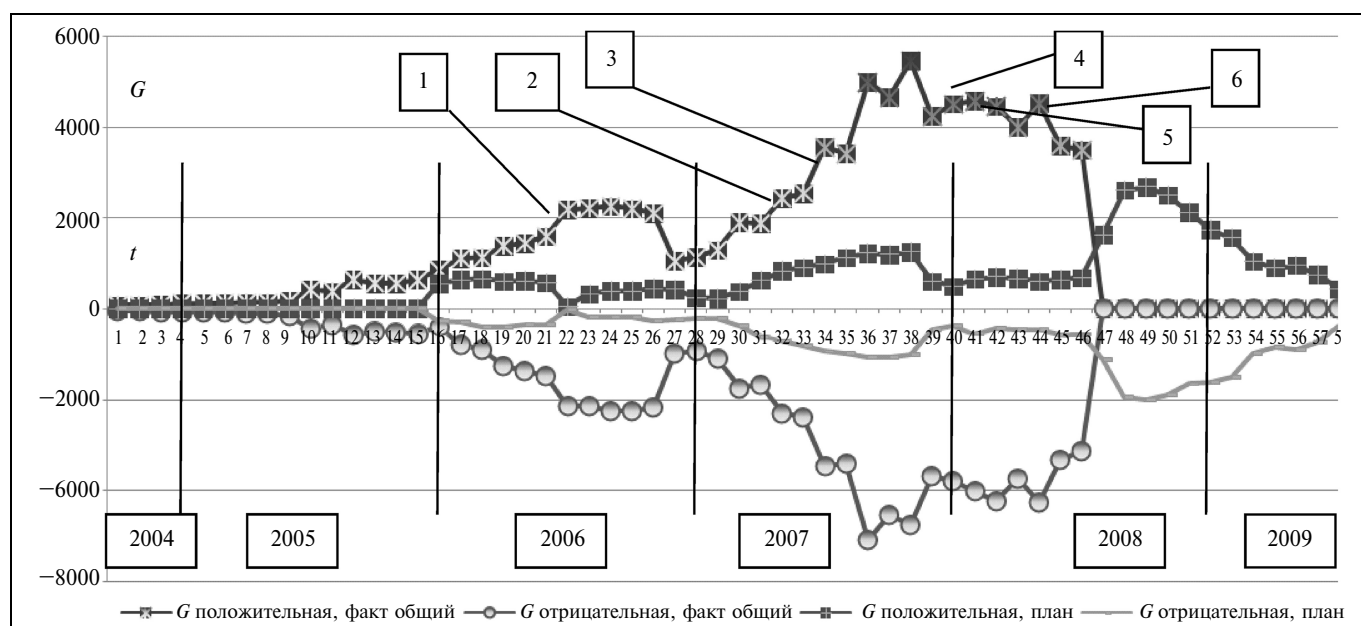


Рис. 1. График реакции производственной системы на события внешней среды и внутренние работы, выраженной через числовые характеристики корреляционных матриц

можной для получения результатов анализа, достаточно достоверных для инженерных задач. Минимально возможное значение k было выбрано из соображений снижения трудоемкости расчетов, снижения требований к объему экспериментальной выборки, а также исходя из необходимости снизить влияние на результаты эксперимента изменчивости системы на длительных временных интервалах.

Исходя из сказанного проводится корректировка массива исходных данных (13) и соответственно корреляционных матриц $R_k(t)$ для всех $t \in T$.

На основе корреляционных матриц $R_k(t)$ строятся корреляционные графы системы, наглядно отображающие взаимосвязи между параметрами системы (см. далее рис. 2).

Корреляционную матрицу $R_k(t)$ фазовых переменных мы и будем рассматривать в качестве функции наблюдателя:

$$v^-(x(t-1), x(t-2), \dots, x(t-k)) = R_k(t)$$

или

$$v^+(x(t+1), x(t+2), \dots, x(t+k)) = R_k(t).$$

Данная функция наблюдателя может служить интегральной оценкой динамики системы, она дает возможность анализировать поведение многомерной системы, отслеживая возникшие тенденции изменения взаимодействий функций между

собой за прошлые моменты времени, вызванные управлением или внешним воздействием.

Для дальнейшего анализа, следуя методу корреляционной адаптометрии, выделены следующие показатели корреляционного напряжения производственной системы:

$$G_i^{\text{сумм.общ}}(t) = \sum_{j=1}^n |r_{ij}(t)| : (|r_{ij}(t)| \geq r_{\text{кр}})$$

— сумма абсолютных значений коэффициентов корреляции i -й функции с прочими;

$$G_i^{\text{сумм.пол}}(t) = \sum_{j=1}^n r_{ij}(t) : (|r_{ij}(t)| \geq r_{\text{кр}}) \cap (r_{ij}(t) > 0)$$

— сумма положительных значений коэффициентов корреляции;

$$G_i^{\text{сумм.отр}}(t) = \sum_{j=1}^n r_{ij}(t) : (|r_{ij}(t)| \geq r_{\text{кр}}) \cap (r_{ij}(t) < 0)$$

— сумма отрицательных значений;

$$G_i^{\text{разн}}(t) = G_i^{\text{сумм.пол}}(t) + G_i^{\text{сумм.отр}}(t)$$

— сумма значений коэффициентов корреляции, взятых с учетом знаков, где $r_{\text{кр}}$ — критическое значение коэффициента корреляции при данной выборке с глубиной анализа k . Графики изменения этих показателей во времени показаны на рис. 1.

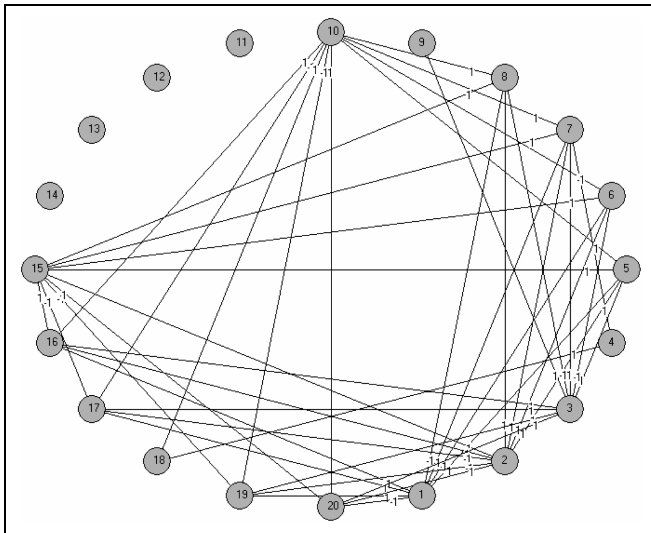


Рис. 2. Корреляционный граф производственной системы (включены только значимые связи); $G_{i=20}^{\text{разн}} (t = 38)$

Все четыре значения $G_i(t)$ рассчитываются на заданном временном интервале T на основе фактических и плановых фазовых переменных функций (см. табл. 1) и характеризуют связность каждой функции в корреляционном графе (рис. 2).

Были рассчитаны коэффициенты корреляции и элементы корреляционных матриц на основе данных из анализа бюджета доходов и расходов компаний.

Также удалось спрогнозировать основные стрессовые ситуации производственной системы на период с 15 по 44 мес функционирования, а главное, кризис 2008 г.

На рис. 1 приведены основные важные события в производственной системе: 1 — создание рабочей документации (расчет плановых смет строительства); 2 — получение разрешения на строительство — документа, разрешающего выполнять строительные работы (получение разрешения на строительство — наиболее важное событие, которое позволяет начать строительные работы); система испытывает среднюю нагрузку, большую, чем просто оформление и расчет плановых смет); 3 — внедрение системы повышения качества (работа по оформлению стандартов и правил работы производственной системы (компании); нагрузка на систему не больше, чем при формировании плановых смет); 4 — получение ресурса (привлечение основного финансирования на строительство привело систему к существенному стрессу, как и начало строительных работ); 5 — начало работ по проекту (создание уникальной про-

дукции); 6 — создание аналогичной производственной системы (привело производственную систему к наибольшему стрессу; для системы оказалось важнее создать аналогичную производственную систему, ведь шанс на успешную реализацию проекта и привлечение дополнительных ресурсов возрастает).

Отметим, что наиболее стрессовые ситуации для производственной системы — это ситуации, чаще всего связанные с внешней средой, а не с выполнением внутренних работ. Из рис. 1 видно, что наиболее стрессовые ситуации имеют высокие значения $G_i^{\text{разн}}(t)$.

Отметим, что зависимости $G_i^{\text{сумм.пол}}(t)$ и $G_i^{\text{сумм.отр}}(t)$ симметричны, различаются только их знаки. Если данной симметрии не будет, значит, исходные данные (см. табл. 1) плохо описывают исследуемую систему.

Главное преимущество разработанного алгоритма управления заключается в том, что он имеет дело с бухгалтерскими проводками и позволяет оценить, например, необходимость модернизации производственных процессов в определенном звене холдинга. К тому же алгоритм предполагает, что на протяжении рассматриваемого периода ($t = 58$) технологическая структура производства меняется. Еще не зная о проблеме и не собирая совещания, управленец может увидеть возникающие проблемы из анализа корреляционных матриц $R_k(t)$, если $G_i^{\text{разн}}(t+1) > G_i^{\text{разн}}(t)$.

Установлена взаимосвязь функций, задействованных в хозяйственной деятельности производственной системы (см. рис. 2 и табл. 2).

В рамках заданного периода от изучения общего корреляционного рейтинга можно перейти на уровень рассмотрения отдельных выделяемых функций отделов и департаментов компании и определить их количественное влияние на развитие производственной системы в динамике. Выполняемые функции, которые имеют наибольшую корреляционную связь с прочими $G_i^{\text{разн}}(t)$ (см. рис. 2 и табл. 2), а следовательно более прочих функций влияют на остальные, получают финансирование в первую очередь и рассматриваются наиболее тщательно для управления компанией. Аналогично финансирование распределяется на выполняемые функции. Сумму финансирования определяет сам управленец, либо ответственное за это лицо. Таким образом, более объективно решается задача распределения финансирования в компании в целях ее развития [6].



Пример распределение ресурсов (денег) по целям и задачам производственной системы на основе метода Р. Беллмана в разрезе систем и сформированного по числовым характеристикам суммарного корреляционного рейтинга представлен в табл. 3 [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный в работе подход к анализу системы управления группой разнородных производственных систем (компаний) — холдингом позволяет:

Таблица 2

Расшифровка корреляционного графа $G_{i=20}^{\text{разн}}$ ($t = 38$) (включая расходы)

Номер функции (см. рис. 2)	Доход/расход	Вид деятельности	Статья дохода/расхода	Подстатья дохода/расхода	Выполняемая функция	
1	Доход	Инвестиционная	Поступления и расходы от выбытия иных активов	Доходы и расходы, связанные с выбытием иных активов	Прочие доходы	
2			Поступления и расходы от выбытия ОС	Доходы и расходы, связанные с реализацией ОС		
3		Операционная	Налоги и сборы	Прочие налоги и сборы	Выплата налогов	
4			Прочие доходы	Прочие доходы	Прочие доходы	
5			Реализация работ, услуг		Агентское вознаграждение	Агентское вознаграждение
6				Реализация пропусков	Пропуски на территорию	
7				Реализация прочих услуг	Прочие доходы	
8				Сдача в аренду имущества	Сдача в аренду	
9				Энергоресурсы и коммунальные платежи	Возмещение расходов	
10			Реализация товаров			
11	Финансовая	Использование прибыли	Результаты инвентаризации	Прочие доходы		
12		Курсовые разницы				
13		Нарушение условий договоров	Штрафы, пени, неустойки за нарушение условий договоров			
14		Проценты по кредитам, займам, депозитам, векселям	Проценты к получению и уплате	Проценты к получению и уплате		
15		РКО и прочие услуги банков	РКО и прочие услуги банков	Услуги банка		
16		Штрафы, пени	Штрафы, пени, неустойки			
18	Расход	Инвестиционная	Поступления и расходы от выбытия иных активов	Доходы и расходы, связанные с выбытием иных активов	Прочие расходы	
19			Поступления и расходы от выбытия ОС	Доходы и расходы, связанные с реализацией ОС		
20		Операционная	Амортизация	Амортизация НМА	Амортизация	

Распределение денежных ресурсов в рублях

Проект	Функциональная система	Цель					Итого
		Увеличение собственного капитала (активов) на 30 %					
		Конкурентная стратегия	Стратегия развития или изменения рынка или продукта	Стратегия роста	Стратегия НИОКР	Стратегия производства и его развития	
		Снятие сливок	Новые продукты и рынки	Горизонтальная интеграция	Закупка новых технологий	Рационализация системы ресурсного обеспечения	
Влияние функциональных систем на выполнение цели холдинга							
Х	Мотивация персонала	146 328	24 388		78 042	341 432	590 190
	Информационных технологий	189 536	13 538	270 765	67 691	81 230	622 760
	СМК (TQM)	378 140	113 442	378 140		756 279	1 626 000
	Экономических расчетов		166 367	1 164 566		1 996 398	3 327 330
	Производство		246 647	493 295	147 988	2 959 769	3 847 700
	Итого	714 003	564 382	2 306 765	293 721	6 135 108	10 013 980

- определить критические периоды компании с помощью оценки суммарного корреляционного рейтинга числовых характеристик производственных систем, полученных на основании фактических учетных данных;
- оптимизировать затраты на выполняемые функции, более четко сориентировать производственную систему на выполнение своих целей, оптимизировать работу производственной системы в рамках холдинга;
- управлять разнородными активами холдинга благодаря стандартизации подхода к разнородным показателям подобно тому, как это делается в сбалансированных системах показателей;
- распределять ресурсы производственной системы в рамках целей, задач и функциональных подсистем.

При построении комплексной и современной системы управления компанией был применен не одномерный подход по одному показателю, а решение, направленное на интеграцию управления различными функциями деятельности предприятия. Такое решение представляет собой не только эффективный механизм управления холдингом, но и имеет реальную денежную ценность для компании. Это объясняется тем, что система выступает для инвесторов гарантом управляемости проектов данного предприятия и минимизации управленческих рисков, и наличие такой системы представляет собой ценный нематериальный актив.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев В.Н.* Математическая теория конструирования систем управления / В.Н. Афанасьев, В.Б. Колмановский, В.Р. Носов. — М.: Высшая школа, 1989.
2. *Нильс-Горан О., Рой Ж., Магнус В.* Оценка эффективности деятельности компании / Практическое руководство по использованию сбалансированной системы показателей. — М.: Вильямс, 2004. — 304 с.
3. *Дугельный А.П., Комаров В.Ф.* Бюджетное управление предприятием. — М.: Дело, 2004. — 432 с.
4. *Друри К.* Введение в управленческий и производственный учет. — М.: Аудит ЮНИТИ, 1998.
5. *Механизм повышения корреляций между физиологическими параметрами при увеличении адаптационного напряжения* / А.Н. Горбань и др. // Тр. IV междунар. конф. «Математика, компьютер, образование». — Москва — Пушкино, 1997. — С. 68—73.
6. *Флеминг У., Ришел Р.* Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами. — М.: Мир, 1978.
7. *Масаев С.Н., Доррер М.Г.* Методика оценки системы управления компанией на основе адаптационной корреляции к внешней среде // Вестник Сибирского гос. аэрокосм. ун-та. — 2009. — Вып. 1(22). — С. 166—170.

Статья представлена к публикации членом редколлегии Р.М. Нижегоордцевым.

Масаев Сергей Николаевич — аспирант,
✉ fabery@rambler.ru,

Доррер Михаил Георгиевич — канд. техн. наук, доцент,
✉ mdorger@mail.ru,

Сибирский государственный технологический университет,
г. Красноярск.