

Потенциал методов моделирования организационных систем с матричной структурой и возможности расширения их информационной базы

© 2016 г. В.В. Бринза, Ю.Ю. Костюхин, И.В. Фадеева*

Насыщение экономического пространства все большим числом взаимосвязей, глобализация экономики делают максимально востребованными методы моделирования сложных организационных систем с матричной структурой. Наукометрические исследования показали, что с начала 90-х годов число публикаций, содержащихся в библиографической базе Scopus по тематике применения указанных методов, выросло почти в 20 раз. При этом значительная часть (до 28 %) этих публикаций содержит упоминание о совместном использовании, минимум, двух альтернативных методов.

В работе рассмотрены преимущества и ограничения методов моделирования организационных систем с матричной структурой. Основным ограничением указанных методов выявлено малое число видов источников исходной информации, привлекаемой для моделирования сложных систем. Предложено расширение информационной базы моделирования матричных организационных структур (производственных компаний, управляемых ими предприятий и т. д.) осуществлять за счет дополнительного привлечения ресурсов корпоративной прессы.

Исследования показали, что извлечение требуемой информации из публикаций, содержащихся в корпоративных периодических изданиях, методом контент-анализа дает возможность получить достаточный объем данных для проверки адекватности строения систем, которые выявляли с использованием других методических подходов, например, процедур коллективной экспертизы. В то же время более полную информацию о структурных особенностях моделируемых систем целесообразно привлекать по результатам обработки первичной опубликованной информации технологиями Text Mining.

Ключевые слова: организационные системы, моделирование систем, матричная структура, металлургическая компания, информационная база, корпоративная пресса, контент-анализ.

В последние десятилетия наблюдается существенное усложнение экономического пространства вследствие его насыщения дополнительными взаимосвязями, ускорения динамики действий участников экономических взаимоотношений и расширения спектра вариантов их развития на фоне повышения роли глобализующейся внешней среды. Отмеченные особенности трансформации сферы экономики обуславливают привлечение адекватных методических инструментов исследования закономерностей раз-

вития современных экономических и организационно-технических систем (далее – организационных систем). В этой связи все более востребованными становятся методы моделирования подобных систем [1–4], что стимулирует их дальнейшее совершенствование.

Информационные ограничения при моделировании организационных систем

Стремление повысить достоверность отображения характера изменения основных составляющих моделируемых систем для различных сочетаний действующих на них управляющих воздействий и при этом расширить области существования результатов моделирования формирует соответствующие тренды в выборе методов моделирования. Во-первых, все более часто находят применение методические подходы, оперирующие информацией о значительном числе показателей деятельности исследуемых систем и действующих на них внутренних и внешних факторах. Во-вторых, более широкое использова-

* Бринза В.В. – д-р техн. наук, директор Научно-исследовательского центра технологического прогнозирования, НИТУ «МИСиС». 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, viachbrinza@mail.ru;

Костюхин Ю.Ю. – канд. экон. наук, зам. директора Института экономики и управления промышленными предприятиями, зав. кафедрой промышленного менеджмента, НИТУ «МИСиС». 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4;

Фадеева И.В. – независимый эксперт.

ние в сравнении со «скалярными» и «векторными» получают методы моделирования систем в виде матричных или сетевых структур, включая и суперматричные структуры, содержащие взаимосвязанные матрицы на различных иерархических уровнях. В-третьих, наряду с отображением строения систем «в статике» вводятся в рассмотрение их динамические структуры. Подобное отображение современных организационных систем является наиболее полным и содержательным вследствие учета основных действующих и потенциально возможных взаимосвязей между структурными составляющими.

Среди других матричные структуры присущи организационным системам металлургической специализации. К ним относятся управляющие компании, предприятия, блоки цехов, реализующих различные этапы единых производственных процессов, совокупности подразделений инженерно-технической и вспомогательной инфраструктуры и т. д. Для этих систем наряду с большим числом вертикальных каналов взаимодействия характерными являются развитые сети горизонтальных связей, сформированных взаимосвязанными материальными, энергетическими и информационными потоками.

Однако специфика матричного представления моделируемых систем усложняет процедуры привлечения исходной информации, необходимой для конкретизации получаемых результатов. При «скалярном» или «векторном» способах представления связей между факторами и показателями системы рассматриваются их единичные взаимодействия. В то же время, матричная форма предполагает необходимость привлечения систематизированной информации о наличии или отсутствии взаимосвязей каждого из факторов системы с каждым ее показателем и характера значимых связей.

В настоящее время применительно к моделированию динамики организационных систем, действующих в металлургии и других близких к ней отраслях, перечень источников исходной информации достаточно ограничен. Среди них наиболее часто привлекаются результаты экспертизы специалистов – сотрудников указанных структур, материалы, содержащиеся в документах систем менеджмента качества, разработанных применительно к условиям конкретных организаций, ресурсы информационных систем управления, а также очевидные соображения о наличии и направленности взаимосвязей структурных составляющих моделируемых систем [5–9].

Повсеместное практическое применение ограниченного круга информационных источников при разработке математических моделей затрудняет определение прямых оценок достоверности получаемых результатов, в первую очередь, характеризующих будущие состояния моделируемых систем. Лимитированный выбор источников информации суживает востребованность дополнительных содержательных и при этом доступных данных об объектах моделирования, которые могут быть получены с наименьшими трудовыми и финансовыми затратами.

Таким образом, применительно к сложным организационным системам с матричной структурой актуальным для увеличения потенциала методов их моделирования является расширение перечня информационных источников исходных данных, адекватно отображающих основные особенности функционирования указанных систем.

В этой связи, целью настоящей работы явилось определение перспектив использования корпоративных изданий как дополнительного независимого источника исходной информации при моделировании сложных организационных систем с матричной структурой.

Поставленная цель продиктовала содержание и последовательность этапов исследований. Прежде всего, рассмотрены преимущества методов, применяемых в практике моделирования сложных экономических, организационно-технических, социальных и экологических систем матричного вида. Представлена матричная структура типовой организационной системы металлургического профиля как объекта моделирования, восстановленная в ходе ее экспертизы. Получена исходная информация о структуре указанной системы, содержащаяся в публикациях корпоративного издания. Осуществлено сопоставление результатов восстановления структурного строения системы двумя альтернативными способами.

Преимущества матричных методов моделирования сложных организационных систем

Отмеченное выше возрастание востребованности матричного подхода при моделировании сложных организационных систем обусловлено целым рядом его преимуществ, проявляющихся на всех основных этапах исследовательского процесса: от постановки задачи, схематизации модели и определения необходимых исходных данных [10–12], до проведения вычислительных экспериментов с использованием разработанной модели и анализа получаемых результатов [13–15].

Уже на первом этапе работ схематизация модели в рамках матричного представления дает возможность осмысления особенностей рассматриваемой системы задолго до появления зависимостей, характеризующих взаимосвязи ее факторов и показателей. При этом непосредственно на матрице могут последовательно проявляться концептуальная модель системы, ее кибернетическая модель (связанная с управлениями в системе) и математические модели на различных уровнях детализации (**рис. 1, поз. 1**).

Этап определения факторов и показателей моделей сложных систем, а также конкретизации связей между ними на базе матричного подхода дисциплинирует мышление разработчика, дает возможность эффективно осуществлять принципы системной организованности в структуре разрабатываемой модели, способствует уменьшению риска потери связей между отдельными факторами и показателями

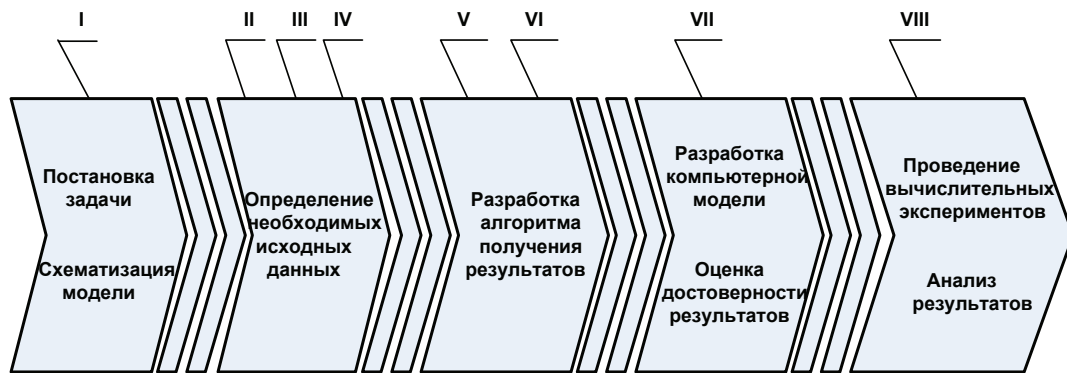


Рис. 1. Основные этапы разработки и практического использования моделей сложных систем [10–15]. Позициями I–VIII выделены преимущества матричных методов, привлекаемых к моделированию (расшифровка позиций приведена в тексте)

[Main development stages and practical use of models of difficult systems [10–15]. Positions I–VIII have marked out advantages of the matrix methods involved in modeling (interpretation of positions is given in the text)]

ми. Данное преимущество представляется наиболее важным при работе с моделируемыми системами большой размерности (рис. 1, поз. II).

Существенной является и наглядность представления структурных особенностей систем в составе соответствующих матриц. При этом становится достижимым не только раскрытие внутренних связей между отдельными факторами и показателями системы, действующими на одном или нескольких иерархических уровнях, но и отображение единства ее внутренней и внешней среды. Структурированная в матричном (или суперматричном) виде картина помогает также развернуть ненаблюдаемые части структуры моделируемых систем. Таким образом проявляется емкий информационный пласт об управляемости систем [16–19] (рис. 1, поз. III).

Накопление в составе матриц данных о структурном строении различных систем позволяет рассматривать в едином ключе весь их перечень. Разномасштабность действия систем и различия в специализации не являются препятствиями для их единого представления [20] (рис. 1, поз. IV).

Для этапа построения алгоритмов компьютерных моделей организационных систем матричное представление информации обеспечивает компактное отображение взаимосвязей между их факторами и показателями, а также влияний на составляющие структуры систем элементов внешней среды (рис. 1, поз. V). Кроме того, следует отметить развитость и доступность методического аппарата матричного анализа для построения алгоритмических процедур обработки и преобразования исходных данных (рис. 1, поз. VI).

При создании компьютерных моделей систем, базирующихся на разработанных алгоритмах, матричный подход также обладает преимуществами, так как используемые для их построения языки программирования высокого уровня сопровождаются удобными инструкциями для матричных вычислений (рис. 1, поз. VII).

Наконец, при проведении серий вычислительных экспериментов с использованием разработанных

ных моделей матричное представление структур рассматриваемых систем обеспечивает возможность рациональной организации работ за счет активного привлечения принципов математического планирования экспериментов, осуществления декомпозиции исследуемых систем и т. д. [18, 21] (рис. 1, поз. VIII).

Вышеперечисленные и ряд других преимуществ матричных методов обеспечили их возрастающую востребованность в задачах моделирования организационных систем. Наукометрические исследования показали (табл. 1), что с начала 90-х годов число публикаций по рассматриваемой тематике в мире стало почти в 20 раз больше, а общая численность ежегодно публикуемых научных работ за этот же период выросла менее, чем в три раза (с 508053 в 1993 году до 1464643 в 2013 году). Менее масштабно также увеличение годового массива публикаций, посвященных моделированию систем (с 27884 до 218037). При этом, если с 1991 по 1995 год публикации с результатами применения матричных методов моделирования систем по отношению к общему числу работ по этой тематике составили 2,5 %, то для периода 2011–2015 годов эта доля оказалась равной 6,3 %. Следует упомянуть, что в табл. 1 представлены далеко не все методы моделирования систем с матричной структурой. Поэтому приведенные оценки числа публикаций указанной направленности являются «нижними».

Следует отметить множественность матричных методов моделирования организационных систем. В представляемой работе рассмотрено 16 таких методических инструментов (см. табл. 1) [22–48]. Ряд из них в последние годы показал рост востребованности существенно выше, чем их среднее 20-и кратное увеличение. Так, число публикаций, представляющих метод анализа иерархий, за период с начала 90-х годов выросло в 39,6 раза, а число опубликованных работ по методологии анализа социальных и комплексных сетей увеличилось в 207,9 раза. Факт множественности востребованных методов моделирования организационных систем с

Таблица 1

Динамика числа публикаций по тематике матричных методов моделирования сложных организационно-технических и социально-экономических систем, содержащихся в библиографической базе Scopus [Dynamics of publication number on the matrix methods for modeling complex organizational, technical and socio-economic systems contained in the bibliographic database Scopus]							
№ п/п	Наименование метода (рус/англ)	Источник литературы *	Число публикаций в периоды (годы)				
			1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2015
1	Метод перекрестных влияний / Cross-impact method	[22]	8	21	25	57	112
2	Метод быстрого сканирования окружающей обстановки / QUEST	[23]	1	2	4	5	8
3	Модели системной динамики / System dynamics model	[24, 25]	48	86	168	592	967
4	Имитационный язык оценки воздействий / KSIM	[26]	3	3	2	0	6
5	Моделирование частично определенных комплексных систем / GSIM	[27]	3	2	10	21	12
6	Метод сценариев / Method scenarios	[28, 29]	3	12	21	57	142
7	Процедуры качественного моделирования / QSIM	[30]	22	23	18	26	27
8	Методология «Затраты – Выпуск» / «Input – Output» models	[31, 32]	271	300	330	606	939
9	Моделирование с использованием марковских цепей / Markov chain modeling	[33]	13	24	71	310	181
10	Матрицы конфликтов / Conflict matrix	[34]	4	2	4	19	31
11	Взвешенные оргграфы / Weighted digraphs	[16, 35–40]	8	12	14	45	74
12	Когнитивные карты / Cognitive maps	[41]	140	310	460	849	1225
13	Метод анализа иерархий / The analytic hierarchy process	[42]	109	214	492	2564	4320
14	Анализ социальных или комплексных сетей / Social networks analysis, Complex networks analysis	[43–45]	26	68	299	2264	5406
15	Метод прямых и косвенных матричных классификаций / MICMAC method	[46]	1	0	0	6	42
16	Матричные игры / Matrix games	[47,48]	36	45	96	151	201
В сумме:			696	1124	2014	7572	13693

* В ссылках на библиографические источники указана доступная литература, содержащая достаточно полную информацию о методах.

матричной структурой свидетельствует об их высоком потенциале, обеспечивающем разработку адекватных моделей для широкого спектра систем данного класса.

Дополнительный эффект от применения матричных методов достигается при их совмещении. Определено, что значительная доля публикаций по рассматриваемой тематике содержит упоминания, по меньшей мере, двух методов (табл. 2). Максимальная доля отмеченных опубликованных работ с совместным использованием методов матричного моделирования относится к публикациям по методологии системной динамики (27,9 % от их общего числа для указанного подхода), методу «Затраты – Выпуск» (20,7 %), а также способу моделирования с использованием марковских цепей (28,4 %).

Таким образом, преимущества матричных методов, проявляющиеся на каждом этапе моделирования организационных систем, все большая востребованность данной методологии и наличие тенденций по совместному использованию различных дополняющих друг друга методических подходов обуславливают их высокий потенциал. Практика моделирования показала, что с ростом сложности систем более пер-

спективными представляются методы, оперирующие с их структурами в виде суперматриц. По образному выражению разработчика и идеолога одного из рассмотренных подходов (метода анализа иерархий) Т.Л. Саати (*Thomas L. Saaty*): «*Homo Supermatrix* – люди будущего – будут принимать ответственные решения с использованием суперматриц» [49].

Учитывая изложенное, достижение дополнительных возможностей матричных методов будет способствовать дальнейшему повышению их конкурентоспособности в решении задач моделирования организационных систем, в том числе, прогнозирования их будущих состояний.

В соответствии с поставленной целью, в настоящей работе основное внимание акцентировано на достижимости расширения информационной базы матричных методов, привлекаемой как непосредственно к процессу моделирования систем, так и для получения множественных оценок достоверности результатов (см. рис. 1). Целесообразность расширения указанной информационной базы продемонстрирована на примере воспроизведения матричной структуры металлургической компании, необходимой для создания ее прогностической модели.

Таблица 2

Число публикаций, в которых представлены результаты совместного применения различных матричных методов моделирования (по данным библиографической базы Scopus) [Number of publications in which the joint application of various matrix modeling methods results are presented (according to the Scopus bibliographic database)]											
Название метода (номер метода соответствует указанному в табл. 1)	1. Метод перекрестных влияний	3. Модели системной динамики	6. Метод сценариев	8. Методология «Затраты – Выпуск»	9. Моделирование с использованием марковских цепей	12. Когнитивные карты	13. Метод анализа иерархий	14. Анализ социальных или комплексных сетей	Суммарное число публикаций, содержащих результаты применения, минимум, двух методов		
									Абсолютное	Относительное (в % от общего числа публикаций, содержащих ссылки на метод)	
1. Метод перекрестных влияний	223	14	3	4	2	0	7	1	31	13,9	
3. Модели системной динамики	14	1861	2	33	113	26	20	15	520	27,9	
6. Метод сценариев	3	2	235	2	5	0	1	0	13	5,8	
8. Методология «Затраты – Выпуск»	4	330	2	2446	116	8	27	18	506	20,7	
9. Моделирование с использованием марковских цепей	2	113	5	116	599	1	17	30	170	28,4	
12. Когнитивные карты	0	26	0	8	1	2584	15	4	57	2,2	
13. Метод анализа иерархий	7	20	1	27	17	15	7699	11	98	1,3	
14 Анализ социальных или комплексных сетей	1	15	0	18	30	4	11	8063	79	1	

Формирование рациональной матричной структуры, отображающей основные взаимодействия составляющих моделируемой организационной системы

Организационной системой, рассматриваемой в качестве объекта моделирования, явилась металлургическая компания – один из ведущих мировых поставщиков ферросплавов, производитель ряда цветных и редких металлов и сплавов. Неопределенность среднесрочных мировых трендов цен на указанную продукцию обусловила необходимость многосценарного анализа и прогнозирования перспектив деятельности Компании с использованием результатов математического моделирования.

Создание модели организационной системы предполагает предварительную конкретизацию ее структуры. Поэтому в перечень основных элементов модели включали основные направления и характеристики деятельности Компании, а также влияния на нее внешней среды, осуществляющие как прямые воздействия, так и косвенные влияния глобального характера [50].

Перечень направлений деятельности Компании формировали в ходе рассмотрения ее организационного состава, стратегии развития, информации из годовых отчетов Компании, функционала ключевых подразделений. При этом добивались «равномасштабности» представления структурных элементов. Сформированный перечень проверяли на соответствие принципам полноты, информативности и системности, присущим организационным системам, а также на соответствие положениям системы менеджмента качества, регламентированным международным стандартом ISO 9001:2008.

В результате выделили три группы структурных элементов деятельности Компании: административные и финансовые ресурсы топ-менеджмента (2 фактора/показателя), функциональные направления деятельности Компании (9 факторов/показателя), характеристики эффективности деятельности Компании (5 факторов/показателей). Двойное наименование перечисленных элементов обозначает возможность их представления в матричной динамике. Предшествующие состояния элементов обозначены как факторы (X_i), а последующие – как показатели (Y_j), где i и j – номера элементов.

Для конкретизации влияний на Компанию внешней среды использовали литературу в области стратегического менеджмента, экономики, в том числе проблематики внешнеэкономической деятельности. В соответствии с содержащимися в использованных источниках рекомендациями прямое влияние внешней среды характеризовали наиболее значимыми для Компании макрохарактеристиками жизнедеятельности масштаба государства (динамика социально-экономического развития страны, а также уровень господдержки Компании). Кроме того, привлекали элементы пространства сил отраслевой конкуренции: взаимодействия Компании с поставщиками, объемы привлекаемых ею внешних инвестиций, объемы сбыта произведенной продукции потребителям, деятельность компаний-конкурентов [51]. Косвенные влияния внешней среды на развитие Компании определяли в соответствии с рекомендациями из литературы по проблематике стратегического анализа и управления, геополитики и макроэкономики.

Общий перечень элементов структуры моделируемой организационной системы и составляющих ее

Таблица 3

Перечень составляющих структуры моделируемой организационной системы и влияний на неё внешней среды
 [The structure components of modeled organizational system and the influences on it external environment]

Факторы (показатели), характеризующие деятельность Компании		Факторы (показатели), характеризующие прямое и косвенное влияние на Компанию внешней среды	
Номер	Наименование	Номер	Наименование
$X(Y)_1$	Степень управленческого влияния топ-менеджмента на деятельность Компании	$X(Y)_{17}$	Степень воздействия собственников на Компанию
$X(Y)_2$	Объемы финансовых ресурсов, используемых для обеспечения текущей деятельности и развития Компании	$X(Y)_{18}$	Объемы сбыта продукции, производимой Компанией, потребителям
$X(Y)_3$	Эффективность финансово-экономической деятельности	$X(Y)_{19}$	Продуктивность взаимодействия Компании с поставщиками
$X(Y)_4$	Масштабность программы стратегического и инновационного развития производства Компании	$X(Y)_{20}$	Объемы привлекаемых внешних финансовых инвестиций
$X(Y)_5$	Политика в области качества	$X(Y)_{21}$	Деятельность компаний – конкурентов
$X(Y)_6$	Кадровые ресурсы менеджмента Компании (численность, квалификация, мотивация)	$X(Y)_{22}$	Динамика социально-экономического развития страны
$X(Y)_7$	Автоматизация, информатизация, коммуникационные технологии в деятельности компании	$X(Y)_{23}$	Уровень государственной поддержки Компании
$X(Y)_8$	Уровень поддержки проектных и строительных работ	$X(Y)_{24}$	Стабильность мировой общественно-политической обстановки
$X(Y)_9$	Служба безопасности	$X(Y)_{25}$	Степень международных усилий по защите мировой окружающей среды
$X(Y)_{10}$	Обобщенный потенциал производственной базы Компании	$X(Y)_{26}$	Научно-технический прогресс в областях специализации Компании
$X(Y)_{11}$	Деятельность в области защиты окружающей среды, охраны труда, техники безопасности, противопожарной безопасности	$X(Y)_{27}$	Стабильность мировых валютных и финансовых рынков
$X(Y)_{12}$	Себестоимость производства продукции на предприятиях Компании	$X(Y)_{28}$	Уровень мировых цен на нефть и другие энергоносители
$X(Y)_{13}$	Эффективность энергосбережения	$X(Y)_{29}$	Востребованность в мире металлопродукции, содержащей компоненты марочного сортамента Компании
$X(Y)_{14}$	Степень диверсификации производства	$X(Y)_{30}$	Темпы развития экономики стран – основных покупателей продукции Компании
$X(Y)_{15}$	Полнота выполнения социальных обязательств		
$X(Y)_{16}$	Уровень капитализации Компании		

внешней среды представлен в **табл. 3**. Аналогичным образом может быть определен состав факторов и показателей, характеризующих деятельность системы на более низких иерархических уровнях.

Определение связей между элементами системы и влияний на них внешней среды осуществляли по результатам коллективной экспертизы. При разработке экспертных анкет условие достижения их максимального соответствия особенностям решаемой задачи обусловило предпочтительность использования матричной структуры (**рис. 2**). В разработанных анкетах частные сочетания X_i и Y_j ($i, j = 1, 2 \dots 30$) отображаются соответствующими ячейками, в которые эксперты вносили следующую информацию:

- наличие или отсутствие влияний факторов X_i на показатели Y_j и при их наличии – оценки знаков влияния: при знаке (+) фиксируется факт повышения уровня зависимого показателя Y_j с увеличением влияющего на него фактора X_i , а при знаке (–) снижение Y_j с увеличением X_i ;
- длительность (в годах) периодов инерционности выявленных факторных влияний;
- интенсивность выявленных влияний факторов на показатели;

– начальные значения факторов X_i , характеризующих деятельность Компании и влияний окружающей среды, а также их исходные импульсы.

В работах [35–39] показано, что вышеперечисленной или близкой к ней информации достаточно для получения результатов моделирования.

К процедуре коллективной экспертизы привлекали 6 авторитетных экспертов, имеющих значительный опыт работы в Компании и обладающих знаниями об основных направлениях ее деятельности. Обобщение полученных частных экспертных оценок осуществляли с использованием общепринятых процедур, предварительно устраняя выявленные систематические смещения данных в анкетах различных экспертов.

Объективизированные результаты коллективной экспертизы представлены в **табл. 4**.

Их рассмотрение показывает, что соответствующая сформированная информация достаточно насыщена. Среди 900 (30×30) потенциальных взаимосвязей факторов X_i и показателей Y_j моделируемой системы, а также действий на систему внешней среды эксперты выделили 634 значимых влияний. Это составляет 70,4 % от всех возможных влияний, пред-

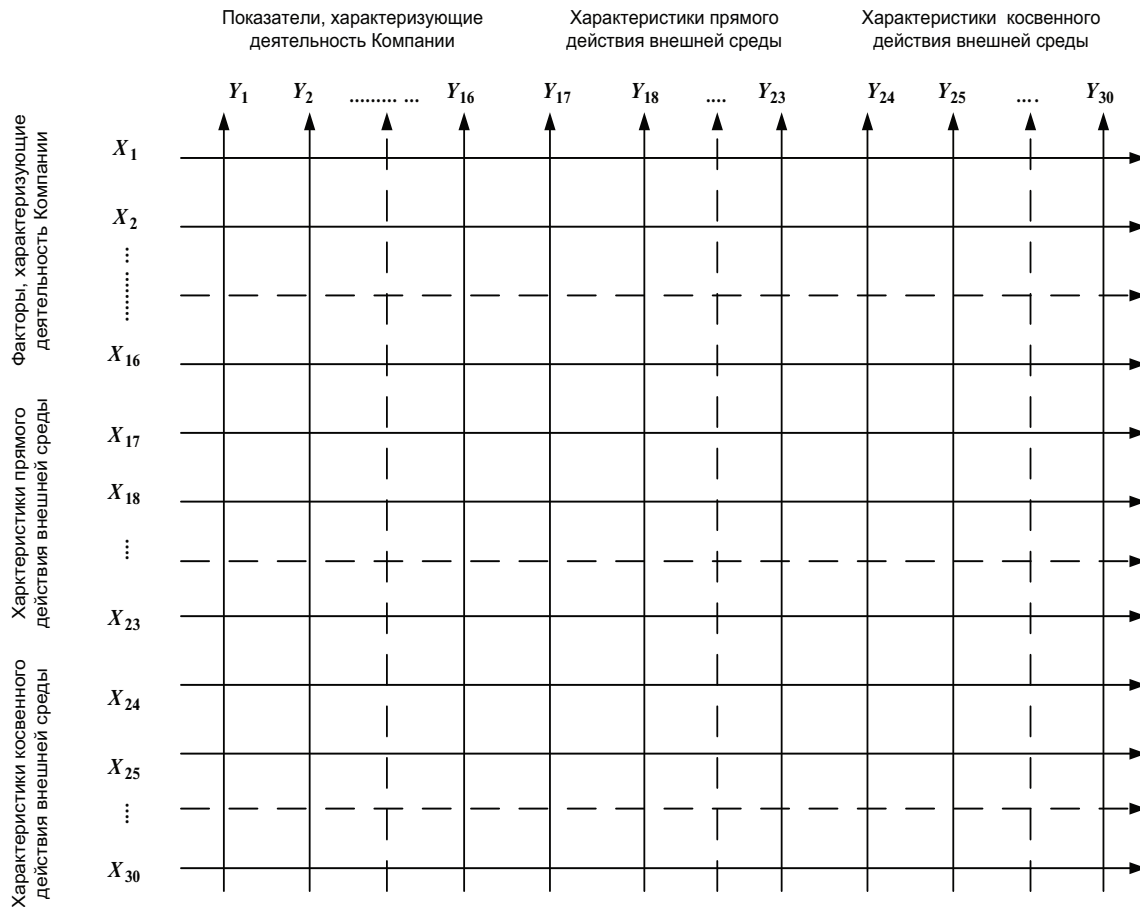


Рис. 2. Схема матричного представления множественного взаимодействия элементов деятельности Компании и влияний на них внешней среды, использованная в работе
 [The matrix representation scheme of multiple elements interaction of activity in the Company and influence on them the external environment used in work]

усмотренных в составе матрицы. Положительный характер демонстрирует 470 выявленных связей между X_i и Y_j , а отрицательный характер – 164 связи, что близко к соотношению, равному 75 % : 25 %.

Более подробное изучение матрицы, представленной в табл. 4, показывает, что большинство ее отдельных блоков наполнены значимыми воздействиями еще в большей степени. Так, в подматрице элементов деятельности Компании $(X_1 - X_{16}) \times (Y_1 - Y_{16})$ присутствует 89,4 % значимых взаимовлияний и только 10,6 % потенциально возможных влияний незначимы или отсутствуют. Для подматрицы составляющих внешней среды, оказывающих на Компанию прямое воздействие $(X_{17} - X_{21}) \times (Y_{17} - Y_{21})$, значимыми являются 88 % факторных влияний, а незначимыми – 12 % от их общего числа.

Насыщенность связей между внешней средой и Компанией также близка к максимальной. Среди внешних воздействий $X_{17} - X_{21}$ значимыми на показатели $Y_{17} - Y_{21}$ проявились 90 %, а обратные выявленные действия факторов $X_1 - X_{16}$ на показатели прямого влияния внешней среды составили 88,7 % от максимально возможного их числа. Косвенные воз-

действия внешней среды на деятельность Компании несколько менее насыщены (значимыми зафиксированы 69,4 % подобных воздействий). Однако обратные реакции внутренних факторов моделируемой системы немногочисленны и измеряются 17,4 %, что объясняется разномасштабностью групп $X_1 - X_{16}$ и $Y_{22} - Y_{30}$.

Рассмотрение знаков выявленных факторных взаимосвязей среди различных подматриц показало, что наибольшая доля отрицательных влияний фиксируется для групп $(X_{17} - X_{21}) \times (Y_{22} - Y_{30})$, $(X_{17} - X_{21}) \times (Y_{17} - Y_{21})$ и $(X_1 - X_{16}) \times (Y_{17} - Y_{21})$: 45,5 %, 41,0 % и 38,0 % соответственно.

Таким образом, анализ числа взаимосвязей между элементами деятельности Компании, а также множественности влияний на них со стороны внешней среды показал высокую насыщенность соответствующей матрицы. Присутствует также разнохарактерность выявленных экспертами прямых и обратных связей в ее структуре между X_i и Y_j . Отмеченное свидетельствует о высокой сложности процесса управления рассматриваемой в работе организационной системой.

Таблица 4

Матрица, включающая объективизированную информацию о наличии воздействий факторов на показатели моделируемой организационной системы и знаках значимых воздействий
 [The matrix including information on existence the influence of factors on the modeled organizational system indicators and signs of significantly influence]

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	Y ₁₄	Y ₁₅	Y ₁₆	Y ₁₇	Y ₁₈	Y ₁₉	Y ₂₀	Y ₂₁	Y ₂₂	Y ₂₃	Y ₂₄	Y ₂₅	Y ₂₆	Y ₂₇	Y ₂₈	Y ₂₉	Y ₃₀		
X ₁	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+									
X ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	-	+	-	+	+	-	-	+	-									
X ₃	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-				-								
X ₄	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+								
X ₅	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+		+	+	-	+	+		-											
X ₆	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-		+								
X ₇	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+		+	+	+	+	+	+	-	+	+								
X ₈	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+								
X ₉			+	+			-	+	-	+	+						+	+	+		-											
X ₁₀	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-								
X ₁₁	+	-	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+								
X ₁₂	-	-	-	-	+	-				-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+									
X ₁₃	-	+	+	+	+	+	+	+		+	+	-		+		+	-	+		-	-	+	-									
X ₁₄	+	+	+	+		+	+	+	-	+	-	-	-		+	+	+	+	+	+	-	-	+									
X ₁₅	-	-			+	+			+	+	+	-	+			-	-						+	+								
X ₁₆	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-		+	-	-	+	-								+	
X ₁₇	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+									
X ₁₈	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-		+	+	+	+	+	+	-	+	-							-	
X ₁₉		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+		-	+	+	+	+	+	-		+								
X ₂₀	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+			+	+	+	+	+	+	+			+	-								
X ₂₁	-	-	-	+	+		+	+	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+								-	
X ₂₂	+		+	+	+	+		+	+	+	-	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-			+	+	
X ₂₃	+			+	+			+		+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-							
X ₂₄	+			+					+	+		-							+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+		+	
X ₂₅	+			+	+					-	+	+	+	-			+		+	+	+	-	+	+			-	+			-	
X ₂₆	-	+	-	+	+	+		+	+	+	+	-	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	-	-	+	
X ₂₇	+	+	+	+			+	+	+	+		-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+
X ₂₈	-	-	-	-				-		-		+	-		-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+		-	
X ₂₉	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-				+		
X ₃₀	+	+		+				+		-	-	+		+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	

Определение возможностей расширения информационной базы, характеризующей особенности матричной структуры организационных систем

Существующая информационная база для моделирования организационных систем, как правило, имеет ограничения по возможности привлечения компетентных специалистов к проведению экспертизы, по доступу к необходимой корпоративной документации, а также по использованию статистической информации, накапливаемой автоматизированными

системами управления. Указанные и другие подобные ограничения могут быть причинами информационной неполноты, погрешностей привлекаемых исходных данных, их субъективности и т. д., что снижает достоверность результатов моделирования. Стремление преодолеть отмеченные ограничения вызывает необходимость расширения круга взаимно независимых источников, содержащих информацию об особенностях структуры сложных организационных систем.

В данной работе рассмотрена возможность привлечения в качестве дополнительного инфор-

мационного источника корпоративную прессу. Как известно, корпоративная периодика многофункциональна и среди прочих реализует следующие функции [52–54]: информационно-коммуникативную, производственно-экономическую, социально-организационную, контрольно-регулирующую, представительскую и интеграционную. Лучшие образцы корпоративных изданий демонстрируют осмысленную фиксацию актуальной проблематики, декомпозицию комплекса проблем на основе выявления существующих стереотипов как тех, кто издание читает, так и тех, кто участвует в его производстве и определяет его политику [55].

В этой связи корпоративные СМИ формируют информационные потоки, максимально приближенные к текущей деятельности и перспективам развития компаний – их учредителей. Важно, что в публикациях корпоративных изданий содержатся конкретные данные не только о различных направлениях деятельности рассматриваемых организационных систем, но и о взаимосвязях между ними, а также о влияниях на системы со стороны внешней среды

Подтверждение возможностей информации, содержащейся в корпоративных изданиях, в качестве независимого содержательного источника получе-

ния исходных данных в задачах моделирования организационных систем с матричной структурой получали сопоставлением результатов экспертизы структурных особенностей рассматриваемой в работе Компании с материалами анализа соответствующих текстов в ее корпоративном издании. Номера этого еженедельника содержат подробную фактологию о деятельности Компании, обработка которой средствами контент-анализа данных о влиянии ее факторов на показатели не вызывает затруднений.

К работе привлекали годовой комплект издания (52 номера). В текстах публикаций определяли наличие взаимосвязей между факторами ($X_1, X_4-X_9, X_{11}-X_{21}$) и показателями Компании, а также составляющими прямого влияния на них внешней среды ($Y_1, Y_4-Y_9, Y_{11}-Y_{21}$), не несущих риск раскрытия конфиденциальной информации. Адекватность воспроизведения информации о структуре моделируемой организационной системы одновременно двумя используемыми в работе подходами оценивали сравнением материалов из табл. 4 с результатами контент-анализа, фиксирующими наличие (+) или отсутствие (0) влияний факторов X_i на показатели Y_j в публикациях еженедельника. Объединенная картина двух матричных структур представлена на **рис. 3**.

$\begin{matrix} j \\ i \end{matrix}$	Y_1	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}	Y_{17}	Y_{18}	Y_{19}	Y_{20}	Y_{21}
X_1	+	0	+	+	+	0	0	+	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0
X_4	0	+	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_5	0	0	0	+	+	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
X_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_7	+	+	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{11}	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{13}	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{14}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{15}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
X_{16}	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
X_{17}	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
X_{18}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{19}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{20}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{21}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Используемые обозначения:

	влияние i -го фактора по j -й показатель, по мнению экспертов, отсутствует;
	влияние i -го фактора по j -й показатель, по мнению экспертов, существует;
0	публикации не содержат упоминаний о влиянии i -того фактора на j -й показатель;
+	публикации содержат упоминания о влиянии i -того фактора на j -й показатель.

Рис. 3. Оценка соответствия материалов коллективной экспертизы результатам контент-анализа публикаций корпоративного издания по признаку наличия или отсутствия факторных влияний на показатели моделируемой организационно-технической системы.

[Evaluation conformity of collective expertise to publications content analysis results on the basis of the presence or absence of factors influence on the indicators the modeled organizational and technical system]

Рассматривали соответствие между ними по двум признакам:

– отсутствия частных факторных влияний на показатели в материалах коллективной экспертизы при отсутствии упоминаний о них в публикациях (оценивали по совпадению «белого фона» и знака «0» в ячейках матрицы);

– наличия частных факторных влияний на показатели, выявленных по материалам коллективной экспертизы, при их упоминании в публикациях (определяли по совпадению «серого фона» и знака «+» в ячейках матрицы).

Выявление информационных несоответствий между сравниваемыми вариантами матричных структур по перечисленным признакам эквивалентно определению ошибок 1-го и 2-го рода [56].

При сопоставлении определено практически полное совпадение сравниваемых матричных массивов по каждому из указанных признаков. В данном случае признак отсутствия частных факторных взаимосвязей проверяли по 43-м парным сочетаниям X_i и Y_j , а признак их наличия – по 23-м их сочетаниям. В ходе сопоставления обнаружено единственное несоответствие: в одной из публикаций упомянута связь между X_{15} и Y_{15} , а эксперты не подтвердили значимость данного частного упомянутого фактора на последующее состояние соответствующего показателя. Указанное несоответствие объясняется особенностями тематической направленности статьи, в которой рассмотрены объемы выполненных Компанией социальных обязательств в последующем году в сравнении с предыдущим отчетным периодом, что предполагает их хронологическую, а не причинно-следственную связь.

«Обратная» проверка, при которой рассматриваются упоминания о наличии (или отсутствии) факторных влияний в организационной системе в публикациях при их наличии (или отсутствии) по результатам коллективной экспертизы не проводилась. Это связано с ограниченным числом статей, представленных в корпоративном издании за рассмотренный период, что не обеспечивает представления в них всех значимых взаимосвязей в структуре организационной системы, выявленных по материалам экспертизы.

Результаты сопоставления информации, предоставленной двумя независимыми информационными источниками, показали эффективность привлечения к задачам моделирования организационных систем с матричной структурой ресурсов корпоративной прессы. Однако использование для получения информации о взаимосвязях между факторами и показателями моделируемой системы только процедуры контент-анализа ограничивает объем выявленных данных непосредственными смысловыми ассоциациями между X_i и Y_j . Как показывает сопоставление независимых информационных источников, получаемые контент-анализом данные обеспечивают проверку реалистичности восстановленной

структуры организационной системы матричного типа, но недостаточны для применения в качестве основного инструмента выявления всех значимых структурных взаимосвязей. В этой связи перспективным для извлечения требуемых знаний о структуре систем представляется привлечение технологий глубинного исследования текстов (Text mining) [57]. Разработанные на основе статистического, лингвистического подходов и процедур искусственного интеллекта, указанные технологии эффективны для проведения многостороннего смыслового анализа тематических публикаций.

Полученная в работе матричная структура организационной системы была положена в основу математической модели, созданной для прогнозирования рисков металлургической Компании. Результаты прогностического моделирования использованы при обосновании сценариев ее эффективного развития в слабо предсказуемой внешней среде.

Заключение

Преимущества современных методов моделирования сложных организационных систем со структурой матричного вида, обуславливают их предпочтительность при анализе закономерностей развития производственных компаний, управляемых ими предприятий или отдельных подразделений. Вместе с тем, в настоящее время указанные методы используют для определения структуры моделируемых систем лишь единичные виды информационных источников, что для повышения объективности результатов делает необходимым расширение информационной базы. В настоящей работе показана перспективность активного привлечения в качестве дополнительных информационных ресурсов о структурных особенностях объектов исследования материалов, содержащихся в публикациях корпоративных изданий.

На примере разработки прогностической модели развития одного из ведущих мировых поставщиков ферросплавов, производителя ряда цветных и редких металлов и сплавов получена высокая степень совпадения результатов определения матричной структуры моделируемой системы, полученных в ходе коллективной экспертизы специалистов и руководителей Компании, а также контент-анализа публикаций, содержащихся в ее корпоративном еженедельнике. Анализ результатов сопоставления показал, что, в первую очередь, информация, выявленная в текстах статей, представляется целесообразной для проверки данных о структурных взаимосвязях элементов системы, предоставляемых другими методами (в данном случае – процедуры коллективной экспертизы). Более полное извлечение требуемой для моделирования информации, представленной в публикациях корпоративных изданий, ожидается с привлечением технологий Text mining.

Библиографический список

1. Дрогобыцкий И.Н. Системный анализ в экономике. М.: Финансы и статистика, 2007. 509 с.
2. Hritonenko N., Yatsenko Y. Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment. New York ; Heidelberg ; Dordrecht ; London: Springer, 2013. 296 p. DOI: 10.1007/978-1-4614-9311-2
3. Advanced Dynamic Modeling of Economic and Social Systems // ed. A. N. Proto, M. Squillante, J. Kacprzyk. Berlin ; Heidelberg: Springer-Verlag, 2013. 448 p. DOI: 10.1007/978-3-642-32903-6
4. Economic models: Methods, Theory and Applications / ed. by Dipak Basu. Singapore. World Scientific Publishing Co Pte. Ltd., 2009. 248 p.
5. Бринза В.В. Менеджмент качества металлургической компании как объект прогностического моделирования // Качество в обработке материалов. 2014. № 1. С. 9–20.
6. Бринза В.В., Коровин А.В., Лосицкий А.Ф., Рождественский В.В., Филиппов В.Б. Технический комплекс металлургического завода: моделирование перспектив развития // Национальная металлургия. 2003. № 1. С. 87–94.
7. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И. Когнитивная структуризация знаний о развитии транснациональной корпорации // В сб. тр. 3-й Международной конференции CASC'2003 «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». М., 2003. С. 51–90.
8. Макаренко Д.И., Хрусталева Е.Ю. Концептуальное моделирование военной безопасности государства. М.: Наука, 2008. 303 с.
9. Капулин Д.В., Кузнецов А.С., Носкова Е.Е. Информационная структура предприятия. Красноярск: Изд-во СФУ, 2014. 186 с.
10. Шатихин Л.Г. Структурные матрицы и их применение для исследования систем. М.: Машиностроение, 1991. 254 с.
11. Джеффферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. М.: Мир, 1981. 256 с.
12. Экологические системы. Адаптивная оценка и управление / под ред. К.С. Холинга. М.: Мир, 1981. 398 с.
13. Martin F.F. Computer modeling and simulation. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1968. 344 p.
14. Shannon R.E. Systems simulation. The art and science. Englewood Cliffs (NJ, USA): Prentice-Hall Inc., 1975. 387 p.
15. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. М.: Радио и связь, 1988. 232 с.
16. Brinza V.V., Ilyichev I.P., Loginova V.V., Ugarova O.A. Prognostic simulation of external economic activity for an industrial company // CIS Iron and Steel Review. 2015. N 1. P. 27–39. DOI: 10.17580/cisr.2015.01.06
17. Бринза В.В., Головкина В.Б., Мокрецова Л.О., Перк О.Н. Структурный потенциал системы «Кафедра базовых дисциплин – вуз – внешняя среда» // Качество. Инновации. Образование. 2009. № 11(54). С. 22–31.
18. Бринза В.В., Логинова В.В., Хилько А.И. Определение эффективных вариантов декомпозиции моделируемых сложных систем со значительной долей социальных составляющих // Экономика в промышленности. 2009. № 3. С. 41–46. DOI: 10.17073/2072-1633-2009-3-41-46
19. Бринза В.В., Шляхов М.Ю., Зернов С.М., Лыткин Н.А., Абрамушин К.М. Первое в России промышленное производство сверхпроводящих материалов: прогнозирование потенциала развития // Экономика в промышленности. 2011. № 4. С. 33–37. DOI: 10.17073/2072-1633-2011-4-33-47
20. Бринза В.В., Логинова В.В., Перк О.Н. Ресурсный потенциал металлургических предприятий инновационной специализации: системные оценки влияния на качество продукции // Качество в обработке материалов. 2015. № 2(4). С. 5–11.
21. Рождественский В.В., Бринза В.В., Котрехов В.А. Оптимизация последовательности этапов реконструкции многостадийного производства // Цветные металлы. 2007. № 10. С. 14–23.
22. Gordon Th.J. Cross-Impact Method. Technical report. United Nations University Millennium Project, 1994. 21 p. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.202.7337&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 16.01.2017)
23. Nanus B. QUEST – Quick Environmental Scanning Technique // Long Range Planning. 1982. V. 15. N 2. P. 39–45.
24. Forrester J.W. Industrial Dynamics. Cambridge (MA, USA): The M.I.T. Press, 1961. 464 p.
25. Sierman J.D. Business Dynamic. Systems Thinking for a Complex World. Boston (USA): Irwin McGraw-Hill, 2000. 982 p.
26. Kane J. A Primer for a New-Cross-Impact Language – KSIIM // Technological Forecasting and Social Change. 1972. V. 4. N 2. P. 129–142.
27. Gallop G.C. Modeling Incompletely Specified Complex Systems / Third International Symposium on Trends in Mathematical Modeling (1976). UNESCO-Fundacion. Bariloche, 1977. P. 360–379.
28. Schwenker B., Wulf T. Scenario-Based, Strategic planning. Developing Strategies in an Uncertain World. Wiesbaden: Springer Gabler, 2013. 229 p.
29. Bradfield R., Burt G., Cairns G., Van der Heijden K. The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning // Futures. 2005. N 37. P. 795–812.
30. Smith N., Ramil J.F. Qualitative simulation of models of software evolution // Software Process. 2002. V. 7. Iss. 3–4. P. 95–112.
31. Leontief W., Carter A. P., Petri P. The Future of the World Economy: A United Nations Study. New York: Oxford University Press, 1977. 110 p.
32. Miller R.E., Blair P.D. Input – Output Analysis. Foundations and Extensions. New York: Cambridge University Press, 2009. 784 p.
33. Howard R.A. Dynamic probabilistic Systems. V. 1: Markov models. Stanford (CA, USA): John Wiley & Sons Ins., 1971. 605 p.

34. Wolf J., Egelhoff W.G. An empirical evaluation of conflict in MNC matrix structure firms // *International Business Review*. 2013. V. 22 N 3. P. 591–601. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibusrev.2012.08.005>
35. Brown T.A., Roberts F.S., Spencer J. Pulse Processes on Signed Digraphs: A Toll for Analyzing Energy Demand. R-926-NSF. Santa Monica (CA, USA), Rand Corp., 1972. 83 p.
36. Максимов В.И. Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций / В сб. тр. 3-й Международной конференции CASC'2003 «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». М., 2003. С. 4–27.
37. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Гунис Л.А. Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского Университета, 2005. 288 с.
38. Rajesh R., Ravi V., Rao R.V. Selection of risk mitigation strategy in electronic supply chains using grey theory and digraph-matrix approaches // *International Journal of Production Research*. 2015. V. 53. N 1. P. 238–257. DOI: 10.1080/00207543.2014.948579
39. Mahdi Mahdiloo, Reza Farzipoor Saen, Ki-Hoon Lee. Technical, environmental and eco-efficiency measurement for supplier selection: An extension and application of data envelopment analysis // *Int. J. Production Economics*. 2015. V. 168. P. 279–289. DOI: 10.1016/j.ijpe.2015.07.010
40. Бринза В.В., Костюхин Ю.Ю., Сулова М.А., Перк О.Н. От будущего к настоящему: использование методологии прогностического моделирования в ценностно-ориентированном менеджменте // *Экономика в промышленности*. 2014. № 2. С. 63–73. DOI: 10.17073/2072-1633-2014-2-63-73
41. Fuzzy Cognitive Maps. *Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications*. V. 247 / ed. M. Glykas. Berlin ; Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. 436 p. DOI: 10.1007/978-3-642-03220-2
42. Saaty T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill, 1980. P. 1–17.
43. Newman M.E.J. *Networks. An Introduction*. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2010. 784 p.
44. Glattfelder J.B. *Decoding Complexity. Uncovering Patterns in Economic Networks / Springer Theses*. Berlin ; Heidelberg: Springer-Verlag, 2013. 234 p. DOI: 10.1007/978-3-642-33424-5
45. *Analysis of Complex Networks: From Biology to Linguistics / ed. by M. Dehmer, F. Emmert-Streiss*. Weinheim: Wiley-Verlag GmbH&Co. KGaA., 2009. 480 p.
46. Arcade J., Godet M., Meunier F., Roubelat F. *Structural analysis with the MICMAC method and actors' strategy with MACTOR method / J.C. Glenn, T.J. Gordon (Eds.) AC/UNU Millennium Project: Futures Research Methodology*. Paris, 2000. 70 p.
47. Vector C.R., Chandra S. *Fuzzy Mathematical Programming and Fuzzy Matrix Games*. Berlin ; Heidelberg ; New York: Springer, 2005. 250 p.
48. Кружкова Г.В., Костюхин Ю.Ю. Теория игр и стратегия ценообразования на вторичное сырье // *Цветные металлы*. 2012. № 8. С. 6–9.
49. Saaty T.L. *Decision Making with Dependence and Feedback: Analytic Network Process*. Pittsburgh: RWS Publications, 2001. 370 p.
50. Mescon M.H., Albert M., Khedoury F. *Management*. New York: Harper & Row, 1988. 777 p.
51. Porter M.E. *Competitive Strategy. Techniques for Analyzing Industries and Competitive*. New York: The Free press, 1980. 422 p.
52. Рыжикова Л.Н. Функции корпоративных изданий // *Вестник ЮУрГУ. Серия Социально-гуманитарные науки*. 2006. № 8(63). С. 39–43.
53. Мурзин Д.А. Феномен корпоративной прессы. М.: Издательский дом «Хроникер», 2005. 192 с.
54. Чемякин Ю.В. Корпоративные СМИ. Секреты эффективности. Екатеринбург: Дискурс Пи, 2006. 120 с.
55. Мясников И.Ю. Экспериментальное применение методики проблемно-ориентированного моделирования корпоративного издания // *Вестник Томского государственного университета. Филология*. 2010. № 4(12). С. 118–125.
56. Himmelblau D.M. *Process analysis by statistical methods*. New York: John Wiley & Sons Inc., 1970. 463 p.
57. Feldman R., Sanger J. *The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. New York: Cambridge University Press, 2007. 422 p.

Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry
 2016, no. 3, July–September, pp. 209–222
 ISSN 2072-1633 (print)
 ISSN 2413-662X (online)

Potential of modeling techniques organizational systems with matrix structure and the possibility of expanding their information base

V.V. Brinza, Yu.Yu. Kostyukhin – National University of Science and Technology «MISIS». 4 Leninsky Prospekt, Moscow 119049, Russia, viachbrinza@mail.ru; I.V. Fadeeva

Abstract. The saturation of economic area through the increasing number of interconnections, the globalization of the economy make the most popular methods of

modeling techniques organizational systems with matrix structure. Scientometric research has shown that since the beginning of 90-ies the number of publications included in bibliographic database Scopus on the subject of the application of these methods increased by almost 20 times. A substantial part (28 %) of these publications contains to the joint use, at least, two alternative methods. The paper considers the advantages and limitations of modeling techniques organizational systems with matrix structure. The main limitation of these methods identified a small number of kinds original sources of information

involved in the modeling of complex systems. The proposed extension of the information base simulation matrix organizational structures (industrial companies managed their businesses, etc.) to implement through additional attraction of corporate media.

Research has shown that extraction of the required information from publications contained in corporate periodicals, the method of content analysis enables to obtain sufficient data to verify adequacy of the structure of the systems that were identified by other methodological approaches, for example, the procedures of collective expertise. At the same time, more detailed information about the structural features of the simulated systems, it is advisable to draw by results of processing the primary published information technology Text Mining.

Keywords: organizational systems, simulation systems, matrix structure, metallurgical company, information base, corporate media, content analysis.

References

1. Drogobytskiy I.N. *Sistemnyi analiz v ekonomike* [System Analysis in Economics]. Moscow: Finansy i statistika, 2007. 509 p. (In Russ.)
2. Hritonenko N., Yatsenko Y., *Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment*. New York ; Heidelberg ; Dordrecht ; London: Springer, 2013. 296 p. DOI: 10.1007/978-1-4614-9311-2
3. *Advanced Dynamic Modeling of Economic and Social Systems*. Ed. A. N. Proto, M. Squillante, J. Kacprzyk. Berlin ; Heidelberg: Springer-Verlag, 2013. 448 p. DOI: 10.1007/978-3-642-32903-6
4. *Economic models: Methods, Theory and Applications*. Ed. By Dipak Basu. Singapore. World Scientific Publishing Co Pte. Ltd., 2009. 248 p.
5. Brinza V.V. Quality management steel company as an object of predictive modeling. *Kachestvo v obrabotke materialov*. 2014. No. 1. Pp. 9–20. (In Russ.)
6. Brinza V.V., Korovin A.V., Lositskii A.F., Rozhdestvenskii V.V., Filippov V.B. Technical complex metallurgical plant: simulation development prospects. *Natsional'naya metallurgiya*. 2003. No. 1. Pp. 87–94. (In Russ.)
7. Avdeeva Z.K., Kovriga S.V., Makarenko D.I., Maksimov V.I. Kognitivnaya strukturizatsiya znaniy o razvitiy transnatsional'noi korporatsii [Cognitive structuring knowledge about the development of transnational corporations]. *V sb. tr. 3-i Mezhdunarodnoi konferentsii CASC'2003 «Kognitivnyi analiz i upravlenie razvitiem situatsii» = In Proc. 3rd International Conference CASC'2003 «Cognitive analysis and development management situations»*. Moscow, 2003. Pp. 51–90. (In Russ.)
8. Makarenko D.I., Khrustalev E.U. *Kontseptual'noe modelirovanie voennoi bezopasnosti gosudarstva* [Conceptual modeling of the military security of the state]. Moscow: Nauka, 2008. 303 p. (In Russ.)
9. Kapulin D.V., Kuznecov A.S., Noskova E.E. *Informatsionnaya struktura predpriyatiya* [The information structure of the enterprise]. Krasnoyarsk: SFU, 2014. 186 p. (In Russ.)
10. Shatikhin L.G. *Strukturnye matritsy i ikh primeneniye dlya issledovaniya sistem* [The structural matrix and their application to the study of systems]. Moscow: Mashinostroenie, 1991. 254 p. (In Russ.)
11. Jeffers J. *Vvedenie v sistemnyi analiz: primeneniye v ekologiy* [Introduction to systems analysis: application in ecology]. Moscow: Mir, 1981. 256 p. (In Russ.)
12. *Ekologicheskie sistemy. Adaptivnaya otsenka i upravlenie* [Ecological systems. Adaptive Assessment and Management]. Pod red. K.S. Holinga Moscow: Mir, 1981. 398 p. (In Russ.)
13. Martin F.F. *Computer modeling and simulation*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1968. 344 p.
14. Shannon R.E. *Systems simulation. The art and science*. Englewood Cliffs (NJ, USA): Prentice-Hall Inc., 1975. 387 p.
15. Maksimei I.V. *Imitatsionnoe modelirovanie na EVM* [Computer simulation]. Moscow: Radio i Svyaz, 1988. 232 p. (In Russ.)
16. Brinza V.V., Ilyichev I.P., Loginova V.V., Ugarova O.A. Prognostic simulation of external economic activity for an industrial company // CIS Iron and Steel Review. 2015. No. 1. Pp. 27–39. DOI: 10.17580/cisisr.2015.01.06
17. Brinza V.V., Golovkina V.B., Mokretsova L.O., Perk O.N. The structural capacity of the system «Department of the basic disciplines – high school – environment». *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie*. 2009. No. 11(54). Pp. 22–31. (In Russ.)
18. Brinza V.V., Loginova V.V., Hilko A.I. Definition of effective variants of decomposition of modelled difficult systems with a considerable share of social components. *Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry*. 2009. No. 3. Pp. 41–46. (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2009-3-41-46
19. Brinza V.V., Shljahov M.J., Zernov S.M., Lytkin N.A., Abramushin K.M. The industrial production of superconducting materials first in Russia: forecasting of potential of development. *Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry*. 2011. No. 4. Pp. 33–47. (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2011-4-33-47
20. Brinza V.V., Loginova V.V., Perk O.N. Resource potential of innovation-oriented metallurgical companies: systemic assessment of the impact on product quality. *Kachestvo v obrabotke materialov*. 2015. No. 2(4). Pp. 5–11. (In Russ.)
21. Rozhdestvenskiy V.V., Brinza V.V., Kotrekho V.A. Optimization of the sequence of reconstruction stages in multi-stage production. *Tsvetnye metally = Nonferrous metals*. 2007. No. 10. Pp. 14–23. (In Russ.)
22. Gordon Th.J. Cross-Impact Method. Technical report. United Nations University Millennium Project, 1994. 21 p. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.202.7337&rep=rep1&type=pdf> (accessed: 16.01.2017)
23. Nanus B. QUEST – Quick Environmental Scanning Technique // Long Range Planning. 1982. Vol. 15. No. 2. Pp. 39–45.
24. Forrester J.W. *Industrial Dynamics*. Cambridge (MA, USA): The M.I.T. Press, 1961. 464 p.
25. Stermann J.D. *Business Dynamic. Systems Thinking for a Complex World*. Boston (USA): Irwin McGraw-Hill, 2000. 982 p.

26. Kane J. A Primer for a New-Cross-Impact Language – KSIM. *Technological Forecasting and Social Change*. 1972. Vol. 4. No. 2. Pp. 129–142.
27. Gallopin G.C. Modeling Incompletely Specified Complex Systems. Third International Symposium on Trends in Mathematical Modeling (1976). UNESCO-Fundacion. Bariloche, 1977. Pp. 360–379.
28. Schwenker B., Wulf T. Scenario-Based, Strategic planning. Developing Strategies in an Uncertain World. Wiesbaden: Springer Gabler, 2013. 229 p.
29. Bradfield R., Burt G., Cairns G., Van der Heijden K. The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. *Futures*. 2005. No. 37. Pp. 795–812.
30. Smith N., Ramil J.F. Qualitative simulation of models of software evolution. *Software Process*. 2002. Vol. 7. No. 3–4. Pp. 95–112.
31. Leontief W., Carter A. P., Petri P. The Future of the World Economy: A United Nations Study. New York: Oxford University Press, 1977. 110 p.
32. Miller R.E., Blair P.D. Input – Output Analysis. Foundations and Extensions. New York: Cambridge University Press, 2009. 784 p.
33. Howard R.A. Dynamic probabilistic Systems. Vol. 1: Markov models. Stanford (CA, USA): John Wiley & Sons Ins., 1971. 605 p.
34. Wolf J., Egelhoff W.G. An empirical evaluation of conflict in MNC matrix structure firms. *International Business Review*. 2013. Vol. 22 No. 3. Pp. 591–601. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2012.08.005
35. Brown T.A., Roberts F.S., Spencer J. Pulse Processes on Signed Digraphs: A Toll for Analyzing Energy Demand. R-926-NSF. Santa Monica (CA, USA), Rand Corp., 1972. 83 p.
36. Maksimov V.I. Strukturno-tselevoi analiz razvitiya sotsial'no-ekonomicheskikh situatsii [Structurally-target analysis of socio-economic situations]. *V sb. tr. 3-i Mezhdunarodnoi konferentsii CASC'2003 «Kognitivnyi analiz i upravlenie razvitiem situatsii» = In Proc. 3rd International Conference CASC'2003 «Cognitive analysis and development management situations»*. Moscow, 2003. Pp. 4–27. (In Russ.)
37. Gorelova G.V., Zakharova E.N., Ginis L.A. *Kognitivnyi analiz i modelirovanie ustoichivogo razvitiya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem* [Cognitive analysis and modeling of sustainable socio-economic systems]. Rostov-on-Don: Izdatelstvo Rostovskogo Universiteta, 2005. 288 p. (In Russ.)
38. Rajesh R., Ravi V., Rao R.V. Selection of risk mitigation strategy in electronic supply chains using grey theory and digraph-matrix approaches. *International Journal of Production Research*. 2015. Vol. 53. No. 1. Pp. 238–257. DOI: 10.1080/00207543.2014.948579
39. Mahdi Mahdilloo, Reza Farzipoor Saen, Ki-Hoon Lee. Technical, environmental and eco-efficiency measurement for supplier selection: An extension and application of data envelopment analysis. *Int. J. Production Economics*. 2015. Vol. 168. Pp. 279–289. DOI: 10.1016/j.ijpe.2015.07.010
40. Brinza V.V., Kostyukhin Y.Y., Suslova M.A., Perk O.N. From future to present: forecast modeling methodology application in value-based management. *Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry*. 2014. No. 2. Pp. 63–73. (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2014-2-63-73
41. Fuzzy Cognitive Maps. Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications. Vol. 247. Ed. by M. Glykas. Berlin ; Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. 436 p. DOI: 10.1007/978-3-642-03220-2
42. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw Hill, 1980. Pp. 1–17.
43. Newman M.E.J. Networks. An Introduction. Oxford; New York: Oxford University Press, 2010. 784 p.
44. Glattfelder J.B. Decoding Complexity. Uncovering Patterns in Economic Networks. Springer Theses. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2013. 234 p. DOI: 10.1007/978-3-642-33424-5
45. Analysis of Complex Networks: From Biology to Linguistics. Ed. by M. Dehmer, F. Emmert-Streiss. Weinheim: Wiley-Verlag GmbH&Co. KGaA., 2009. 480 p.
46. Arcade J., Godet M., Meunier F., Roubelat F. Structural analysis with the MICMAC method and actors' strategy with MACTOR method. In: J.C. Glenn, T.J. Gordon (Eds.) AC/UNU Millennium Project: Futures Research Methodology. Paris, 2000. 70 p.
47. Bector C.R., Chandra S. Fuzzy Mathematical Programming and Fuzzy Matrix Games. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2005. 250 p.
48. Kruzhkova G.V., Kostyukhin Yu.Yu. Game theory and pricing strategy for secondary raw materials. *Tsvetnye metally = Nonferrous metals*. 2012. No. 8. Pp. 6–9. (In Russ.)
49. Saaty T.L. Decision Making with Dependence and Feedback: Analytic Network Process. Pittsburgh: RWS Publications, 2001. 370 p.
50. Mescon M.H., Albert M., Khedoury F. Management. New York: Harper & Row, 1988. 777 p.
51. Porter M.E. Competitive Strategy. Techniques for Analyzing Industries and Competitive. New York: The Free press, 1980. 422 p.
52. Ryzhikova L.N. Functions of Corporate Press. *Vestnik YuUrGU. Seriya Sotsial'no-gumanitarnye nauki = Bulletin of South Ural State University. Series Social Sciences and the Humanities*. 2006. No. 8(63). Pp. 39–43. (In Russ.)
53. Murzin D.A. *Fenomen korporativnoi pressy* [Corporate Press phenomenon]. Moscow: Izdatel'skii dom «Khroniker», 2005. 192 p. (In Russ.)
54. Chemyakin Yu.V. *Korporativnyye SMI. Sekrety effektivnosti* [Corporate Media. Effectiveness of Secrets]. Ekaterinburg: Diskurs Pi, 2006. 120 p. (In Russ.)
55. Myasnikov I.Yu. Experimental application of a technique of problem-oriented corporate edition simulation. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filologiya*. 2010. No. 4(12). Pp. 118–125. (In Russ.)
56. Himmelblau D.M. Process analysis by statistical methods. New York: John Wiley & Sons Inc., 1970. 463 p.
57. Feldman R., Sanger J. The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data. New York: Cambridge University Press, 2007. 422 p.

Information about authors:

V.V. Brinza – Dr. Sci. (Eng.), Director of Scientific and Research Center of Technological Forecasting, **Yu.Yu. Kostyukhin** – Dr. Sci. (Econ.), Deputy Director of the College of Economocs & Industrial Management, Head of the Department of Industrial Management, **I.V. Fadeeva** – Independent Expert.