Ограничение максимального содержания легирующих элементов из установленного интервала (относительно максимального содержания по API 5L) при производстве марки X70 привело к снижению операционных материальных затрат на производство на 52,32 %, что позволило обеспечить конкурентоспособность продукта на рынках сбыта. Таким образом, использование данной технологической инновации можно считать экономически обоснованным.

Библиографический список

1. Годовой отчет о прибылях и убытках ОАО «Северсталь» за 2012 год.
2. *Шичков А.Н.* Экономика и менеджмент инновационных процессов в регионе М.: Издательский дом «Финансы и кредит», 2009. 360 с.
3. *Акимов О.Ю., Чудинов Д.М.* Перспективы применения высокопрочных труб для магистральных газопроводов. 2011. 5 с.
4. *Франценюк И.В., Франценюк Л.И.* Современ ные технологии производства металлопроката на Новолипецком металлургическом комбинате. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 208 с.
5. *Ф. Хейстеркамп* и др. Ниобийсодержащие низколегированные стали. М.: СП «Интермет Инжиниринг», 1999. 94 с.
6. *Матросов Ю.И., Литвиненко Д.А., Голованенко С.А.* Сталь для магистральных газопроводов. М.: Металлургия, 1989. 288 с.

Reference

1. Godovoj otchet o pribyljah i ubytkah OAO «Severstal'» za 2012 god.
2. *Shichkov A.N.* Jekonomika i menedzhment innovacionnyh processov v regione – M.: Izdatel'skij dom «Finansy i kredit», 2009. 360 s.
3. *Akimov O.Ju., Chudinov D.M.* Perspektivy primenenija vysokoprochnyh trub dlja magistral'nyh gazoprovodov. 2011. 5 s.
4. *Francenjuk I.V., Francenjuk L.I.* Sovremennye tehnologii proizvodstva metalloprokata na Novolipeckom metallurgicheskom kombinate. M.: IKC «Akademkniga», 2003. 208 s.
5. *F. Hejsterkamp* i dr. Niobijsoderzhashhie nizkolegirovannye stali. M.: SP «Intermet Inzhiniring», 1999. 94 s.
6. *Matrosov Ju.I., Litvinenko D.A., Golovanenko S.A.* Stal' dlja magistral'nyh gazoprovodov. M.: Metallurgija, 1989. 288 s.

УДК 001.891:339.13

Моделирование последствий действия рисков при разработке стратегии развития инновационного производственного комплекса

© 2014 г. М.Ю. Шляхов*

Сложность и многогранность задач, возникающих в ходе управления развитием современных промышленных производств, наличие значительного числа внешних факторов, оказывающих на него существенное влияние, порождает целый ряд рисков различной природы. Реализация даже части этих рисков может сделать любой перспективный и уникальный проект неэффективным, что, безусловно, повлечет за собой кроме финансовых потерь общее понижение имиджа управляющей компании. Поэтому необходимым является организация мероприятий, способных эффективно влиять на риски и оказывать упреждающие воздействия на элементы производственных систем, которые в прогнозируемом будущем могут быть уязвимы негативными воздействиями.

Создание системы управления рисками на современном предприятии связано, прежде всего, с необходимостью идентификации рисков различной природы, их классификации и оценки. Однако, как показывает практика, при разработке стратегии развития инновационных производственных комплексов процедура системного выявления рисков в отечественных условиях привлекается не в полной мере. Среди других причин это может быть объяснено трудоемкостью известных методов и недостаточностью информации о будущих состояниях производств. В связи с этим в настоящей работе рассмотрен новый подход, позволяющий на основе использования многосценарного моделирования быстро и малозатратно оценить последствия воздействия множества рисков на развитие производственных систем. Задача решается на примере рассмотрения созданного ОАО «ТВЭЛ» на дочернем предприятии ОАО ЧМЗ промышленного производства сверхпроводящих материалов (СПМ).

* Главный специалист ОАО «ТВЭЛ», аспирант Научно-исследовательского центра технологического прогнозирования НИТУ «МИСиС».

Особенности производства сверхпроводящих материалов

Разработка стратегии развития созданного в 2009 г. промышленного производства сверхпроводящих стрендов, являющегося уникальным для современной России, потребовала учета действия значительного числа факторов неопределенности. Данное производство NbTi и NbSn стрендов создавали под определенную задачу – выполнение обязательств Российской Федерации в проекте создания Международного исследовательского термоядерного реактора (ИТЭР), сооружаемого мировым сообществом во Франции [1]. После ее выполнения предприятие должно было самостоятельно выйти на новый для себя рынок инновационной продукции. То есть изначально, при создании производства, не была детально проработана стратегия выхода предприятия на коммерческие рынки сверхпровод ников, так как это не было первоочередной целью проекта. При этом известно, что мировой рынок сверхпроводников на настоящий момент достаточно узок и ограничивается в основном поставками сверхпроводящего провода для медицинских томографов. Этот рынок начиная с 1980-х гг. является высококонкурентным и поделен между ведущими европейскими и американскими компаниями. Кроме того, рынок сверхпроводников не является высокодоходным, поскольку сверхпроводник, по сути, является лишь полуфабрикатом для изготовления магнитной системы, а его конструкция определяется характеристиками сверхпроводящего магнита, охлаждаемого жидким гелием. Поэтому большинство изготовителей провода входят в крупный промышленный холдинг: например, компания *Bruker Energy and Supercon Technologies* [2] является частью *Bruker Corporation* – производителя исследовательского оборудования в области материаловедения и аналитического оборудования для промышленности, или *Luvata Waterbury* [3], которая входит в группу компаний *Luvata* – производителя исходных металлов и сплавов, систем охлаждения, кондиционирования. И, наконец, в России рынок потребления сверхпроводящих материалов на настоящий момент практически полностью отсутствует, что значительно повышает риски при реализации данной продукции.

Методика исследования

Для всестороннего учета последствий действия рисков при прогнозировании развития инновационного комплекса, такого как производство СПМ, необходимо использовать адекватный метод их исследования, который одновременно должен обладать следующими свойствами: системностью, возможностью получать количественные оценки и осуществлять многосценарное моделирование последствий действия рисков.

В настоящее время в задачах, связанных с оценкой рисков, используется целый ряд различных количественных методов: статистические процедуры, расчетно-аналитические методы, способы построения дерева решений, анализ сценариев и экспертные подходы [4]. Однако перечисленные методы не в полной мере способны отражать результаты совместного действия рисков на отдельные составляющие сложных инновационных производств, так как не предоставляют необходимой информации о будущих состояниях указанных организационно-технических систем. С этих позиций лишен указанных ограничений метод имитационного моделирования [5], однако значительные трудозатраты на разработку имитационных моделей существенно ограничивают его практическое применение.

В настоящей работе для прогнозирования последствий действия рисков использован аппарат взвешенных ориентированных графов. Достоинствами данного метода являются небольшой объем необходимой информации о механизмах взаимодействия отдельных переменных в моделируемой организационно-технической системе, возможность рассмотрения данной системы в целом, простота описания динамических процессов изменения ее основных показателей, использование различных типов переменных (имеющих как числовую, так и нечисловую природу), быстрота получения результатов, удобство их интерпретации, гибкая структура модели, легкость ее дополнения и перестроения [6–7]. На основе данного метода в Научно-исследовательском центре технологического прогнозирования НИТУ «МИСиС» была создана прогностическая динамическая модель, результаты которой реалистично представляют состояние производства СПМ в среднесрочной перспективе [8]. Ниже представлена схема построения данной динамической модели.

Процедура построения ориентированного графа предполагает определение его структуры – совокупности основных факторов, действующих на моделируемую систему, и показателей, характеризующих ее состояние (вершины графа). Для построения модели требуется определить связи между различными факторами и показателями (в терминах теории графов – дуги и петли), задать временной шаг изменения факторов и показателей, а также периоды запаздывания отдельных факторных влияний. Исходные значения факторов и степень их влияния на показатели определяли по данным коллективной экспертизы, к которой привлекали ведущих специалистов производства СПМ и независимых экспертов. Результаты экспертизы преобразовывали в безразмерный числовой вид с использованием специальных шкал [7]. Использованная в процессе построения шкалы операция масштабирования предполагает устойчиво средний уровень каждого фактора равным единице; значения факторов, превышающие указанную величину, обозначают рост, а значения меньше единицы – снижение по сравнению со средним.

Расчет совокупного влияния факторов X_i, характеризующих деятельность комплекса в исходном

состоянии, на показатели для производственной системы Y_j в будущие периоды времени осуществляли, используя свойство аддитивности частных факторных воздействий. Например, $Y_j t$ + 1-го года при известных $X_i(t)$ и $Y_j(t)$ определяли по следующей формуле [9]:

$$Y_j(t+1) = Y_j(t) + \sum_{i=1}^{N} (a_{ij} - 1)\Delta X_i(t) ,$$

где t – время, год (t = 0, 1, 2, ...); a_{ij} – коэффициенты, характеризующие степень влияния факторов X_i (i = 1, ..., N) на показатели Y_j во временном интервале от t до t + 1, полученные в результате экспертной оценки и преобразованные с использованием вышеуказанных шкал; ΔX_i – импульс фактора X_i, равный разности $X_i(t) - X_i(t-1)$.

Разработанная модель развития комплекса по производству СПМ в условиях ОАО ЧМЗ обеспечила получение достоверных результатов, характеризующих будущие изменения составляющих данной организационно-технической системы под действием сочетания связанных с ними компонентов внешней среды [8], что и определило ее в качестве эффективного инструмента моделирования последствий действия внешних рисков.

Внутренние риски, обусловленные деятельностью самого предприятия, в данной работе не рассматривались, но изложенная в статье методика позволяет выполнить расчеты аналогичным образом.

Идентификация рисков, их классификация и количественная оценка

Выявление основных видов рисков, с которыми могут столкнуться производственные комплексы, ориентированные на выпуск инновационных видов продукции, будет способствовать упреждающей выработке управленческих решений, направленных на устранение или снижение их негативных последствий. Начальным этапом построения системы управления рисками является их идентификация.

Процедура идентификации рисков, отображающих специфику рассматриваемого в данной статье производства СПМ, заключалась в анализе внешних рисков, ранее определенных по отношению к близким по специализации производственным структурам, дополнительном анализе возможных негативных причин снижения эффективности деятельности отдельных составляющих комплекса по производству СПМ, а также привлечении информации о возможных негативных сценариях изменения в будущем факторов внешней среды.

Классификацию рисков осуществляли в соответствии с иерархической структурой математической модели производства СПМ [8], отображающей особенности функционирования комплекса, и заданным перечнем действующих на них факторов внешней среды (**табл. 1**).

Важность каждого вида риска определяли как произведение связанной с ним опасности на вероятность его появления [10]. Оценку этих параметров осуществляли экспертным путем с использованием упомянутой выше шкалы, разработанной для определения начальных импульсов каждого из факторов прогностической динамической модели. В процессе экспертизы специалисты оценивали только отрицательную составляющую риска. Полученные результаты определения опасности и вероятности появления рисков внешней среды, а также их важности представлены в табл.1. Приведенной в данной таблице информации достаточно для ранжирования выявленного перечня рисков по важности, опасности и вероятности появления. Однако практическая ценность полученных оценок для будущих состояний рассматриваемой организационно-технической системы имеет существенные ограничения, так как данная информация не позволяет в полной мере учесть последствие воздействий на показатели деятельности предприятия совместной реализации двух и более рисков, на фоне наличия взаимовлияний отдельных составляющих производственного комплекса, обратных связей и т.п. Использование прогностической динамической модели устраняет перечисленные ограничения.

Результаты моделирования последствий рисков

Расчеты последствий реализации каждого из внешних рисков осуществляли в два этапа: на первом этапе рассчитывали последствия индивидуальных действий рисков, на втором – множественных воздействий. Учет влияния риска производили корректировкой импульса соответствующего фактора на величину опасности, указанной в табл. 1, поскольку, как сказано выше, масштабы величин опасности риска и импульса совпадают, благодаря использованию идентичных экспертных шкал.

Для обеспечения возможности прямого сравнения степени влияния каждого из выделенных рисков на уровни основных элементов производственной системы, достигаемые к концу прогнозного периода, использовали обобщенный показатель S. Структура моделируемой системы включала 15 основных элементов [8]. В связи с этим расчет S осуществляли по следующей формуле:

$$S = \sum_{i=1}^{15} Y_i \cdot W_i ,$$

где Y_i – уровень i-го элемента деятельности комплекса производства СПМ к концу прогнозного периода; W_i – значимость («вес») i-го элемента, при $\sum_{i=1}^{15} W_i = 1{,}000$; i – номер элемента в структуре системы производства СПМ.

В качестве иллюстрации предложенного подхода рассмотрены результаты расчета последствий

Таблица 1

Характеристики внешних рисков, учитываемых при разработке стратегии развития производства СПМ

Элементы внешней среды	№ рисков	Наименование рисков	Характеристика рисков		
			Вероятность в долях единицы	Опасность в значениях экспертной шкалы импульсов	Важность
Степень стабильности федерального законодательства	1.	Запрет на вывоз продукции, производимой предприятием	0,01	0,5	0,005
	2.	Повышение налоговых ставок, экспортных пошлин на вывоз продукции, импортных пошлин на ввоз сырья и материалов	0,02	0,2	0,004
	3.	Ввод ограничений на конвертирование валюты	0,03	0,15	0,005
Степень устойчивости внутриполитического климата в стране	4.	Потери кредитов и инвесторов, уменьшение возможностей торгово-экономической деятельности	0,05	0,2	0,01
	5.	Переориентация зарубежных потребителей на поставщиков из других стран	0,04	0,15	0,006
Стабильность международной обстановки	6.	Разрыв контрактных отношений с зарубежными компаниями-контрагентами	0,01	0,25	0,003
	7.	Затягивание или перенос сроков заключения контрактов	0,06	0,23	0,014
	8.	Снижение объемов закупок по контрактам	0,05	0,2	0,01
Темпы экономического развития страны	9.	Нарушение хозяйственных связей предприятия с отечественными поставщиками	0,08	0,15	0,012
	10.	Девальвация национальной валюты, необходимой для валютных контрактов с поставщиками высокочистой меди, легированной бронзы, пятиокиси ниобия	0,09	0,1	0,009
Состояние финансово-кредитной сферы страны	11.	Удорожание кредитов, рост инфляции, недостаток инвестирования	0,1	0,08	0,008
Степень стремления общества и властных структур страны к инновационному пути развития	12.	Исключение проекта из приоритетных направлений отрасли	0,02	0,12	0,002
Уровень согласия в социальной сфере страны, региона	13.	Наличие в общественной жизни противоборствующих тенденций, столкновения противоречивых целей, интересов, неопределенность поведения, элементы стихийности и случайности (включая терроризм, вандализм, забастовки и саботаж)	0,05	0,2	0,01
Развитость социально-экономической среды г. Глазова, уровень качества жизни населения	14.	Наличие существенных проблем в развитии социально-экономической среды города, снижение качества жизни населения	0,06	0,18	0,011
Мировой научно-технический прогресс в областях, использующих СПМ, сроки реализации проекта ИТЭР	15.	Значительное снижение темпов мирового научно-технического прогресса в областях, использующих СПМ	0,01	0,1	0,001
	16.	Замедление, нарушение ритмичности реализации проекта ИТЭР	0,08	0,25	0,02
Состояние рынка СПМ	17.	Насыщение рынка продукцией с использованием СПМ, его нестабильность или недостаточная сформированность	0,09	0,17	0,015
Состояние рынка «других изделий»	18.	Насыщение рынка «других изделий», его нестабильность или недостаточная сформированность	0,1	0,1	0,01

действия риска «Насыщение рынка продукцией из СПМ, его нестабильность или недостаточная сформированность» (позиция № 17 в табл. 1). Полученные результаты приведены в **табл. 2**. Как следует из данных, приведенных в таблице, действие риска проявляется достаточно неоднородно. Наибольшее влияние риск оказывает на составляющие деятельности производства СПМ, характеризующие его конкурентоспособность (позиция № 8) и уровень маркетинга (позиция № 9). Данные показатели снизились к концу прогнозируемого периода относительно базового сценария (сценария без риска) на 23,57 % и 27,17 % соответственно. Как и следовало ожидать, наименее подвержены риску показатели, характеризующие степень управленческих воздействий на рассматриваемую производственную систему со стороны руководства предприятия и управляющей компании. При этом величина S составила 0,87, что в сравнении с вариантом расчета без учета риска, для которого полагается $S = 1$, характеризует существенное снижение эффективности данного производства.

Расчеты последствий действия каждого из рассмотренных внешних рисков показали, что большинство реализующихся вариантов их проявления приводят в конце прогнозируемого периода к снижению на 15–30 % практически всех составляющих деятель-

Таблица 2

Результаты моделирования последствий действия риска «Насыщение рынка продукцией из СПМ, его нестабильность или недостаточная сформированность» по отношению к базовому сценарию (без действия риска)

№	Элементы моделируемой системы производства СПМ	Степень негативного воздействия риска по годам, %						
		Год 1	Год 2	Год 3	Год 4	Год 5	Год 6	Год 7
1.	Объемы оборотных средств предприятия, привлекаемых для выпуска СПМ	3,89	5,97	7,17	9,62	10,91	14,53	16,98
2.	Кадровый потенциал комплекса производства СПМ	1,33	2,05	3,60	4,06	6,24	8,02	10,72
3.	Эффективность политики в области качества	1,11	2,98	4,40	5,62	8,24	11,88	14,93
4.	Технический и технологический уровни производства слитков сверхчистой меди, ниобия и ниобий-титанового сплава	0,56	1,02	1,95	4,95	7,27	10,80	14,21
5.	Технический и технологический уровни производства NbSn и NbTi стрендов	0,60	0,61	1,71	4,03	5,46	9,11	12,42
6.	Эффективность технического обслуживания и обновления производства СПМ, состояние зданий и сооружений, уровень охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности	0,00	0,26	1,48	3,29	5,19	7,50	10,06
7.	Степень инженерно-технической поддержки производства СПМ, степень его автоматизации и компьютеризации	0,00	0,76	1,90	3,44	5,54	8,10	10,99
8.	Показатели конкурентоспособности производства СПМ	2,64	3,21	4,40	6,13	10,82	16,50	23,57
9.	Результативность маркетинга СПМ	4,13	5,65	6,61	9,22	13,56	20,25	27,17
10.	Репутация производства СПМ	1,09	1,45	3,25	3,87	5,75	7,28	10,65
11.	Степень воздействия руководства комплекса СПМ на процесс производства	0,00	2,08	3,20	3,79	5,43	7,17	11,46
12.	Влияние руководства предприятия на комплекс производства СПМ	0,00	2,22	2,39	2,82	3,31	4,20	7,02
13.	Влияние ОАО «ТВЭЛ» на стратегию развития производства СПМ	3,11	4,53	5,39	4,54	5,06	5,60	8,22
14.	Роль разработчика технологии производства СПМ (ОАО «ВНИИНМ»)	2,39	3,58	3,49	4,60	5,05	7,37	9,93
15.	Привлечение отечественных научных организаций к развитию производства СПМ	1,75	2,82	3,94	4,78	6,43	8,10	10,49

ности производства СПМ. При этом в первую очередь уязвимыми оказались три показателя, характеризующие объем оборотных средств предприятия, уровень конкурентоспособности и результативность маркетинга продукции.

Наименее негативные влияния на обобщенный показатель развития комплекса производства СПМ в конце прогнозируемого периода оказывают риски, относящиеся к факторам стабильности законодательства и внутриполитического климата в стране. В наибольшей степени основные составляющие производственного комплекса уязвимы при реализации следующих рисков:

- значительное снижение темпов мирового научно-технического прогресса в областях, связанных с использованием СПМ;
- замедление, нарушение ритмичности реализации международного проекта ИТЭР;
- насыщение рынка продукцией из СПМ, его нестабильность или недостаточная сформированность.

Следует отметить, что, хотя эти риски представляют наибольшее влияние на снижение результатов деятельности комплекса, их величины опасности и важности не являются максимальными среди всех внешних рисков. Это обусловливается наличием достаточно сложного и неоднозначного взаимодействия всех элементов производства СПМ.

Представленные результаты дополняли расчетами последствий множественного воздействия рисков. Как и следовало ожидать, совместная реализация нескольких рисков приводит к более масштабным негативным последствиям по сравнению с частными воздействиями.

Результаты прогнозирования в среднесрочной и долгосрочной перспективах последствий реализации основных рисков по отношению к комплексу производства СПМ могут служить исходной информацией для выработки набора упреждающих управленческих решений, направленных на снижение или исключение негативного воздействия каждого из этих рисков.

Важно отметить, что использованный в работе подход является низкозатратным и быстрым в реализации. Это делает привлекательным использование его результатов для проведения экспресс-оценок принимаемых стратегических решений.

Заключение

Использование прогностической динамической модели позволило оценить в среднесрочной перспективе возможные негативные последствия для производства СПМ со стороны различных внешних рисков, что может служить исходной информацией для разработки мероприятий по снижению их негативных последствий. Установлено, что в наибольшей степени на основные составляющие рассматриваемого производственного комплекса и показатели его конкурентоспособности отрицательное воздействие будет оказывать реализация следующих рисков:

- значительное снижение темпов мирового научно-технического прогресса в областях, связанных с использованием СПМ;
- замедление, нарушение ритмичности реализации международного проекта ИТЭР;
- насыщение рынка продукцией из СПМ, его нестабильность или недостаточная сформированность.

Средствами прогностического моделирования показано, что реализация одновременно нескольких частных рисков несет в себе дополнительное непропорциональное увеличение негативного воздействия. Однако вероятность одновременного проявления нескольких рисков значительно меньше, чем вероятность воздействия отдельных частных рисков.

Предложенная в статье методология оценки рисков применительно к производству сверхпроводящих материалов, основанная на применении прогностических динамических моделей, имеет потенциал использования в процессе формирования эффективных управленческих решений, направленных на ускоренное развитие инновационных производственных комплексов.

Библиографический список

1. Сайт Частного учреждения Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Проектный центр ИТЭР». URL: http://www.iterrf.ru (дата обращения: 10.01.2014).

2. Официальный сайт компании *Bruker Energy and Supercon Technologies*. URL: http://www.bruker-est.com/ (дата обращения:10.01.2014).

3. Официальный сайт компании *Luvata Waterbury*. URL: http://www.luvata.com/en/About-Luvata/Locations/Luvata-Waterbury/(дата обращения: 10.01.2014).

4. *Грачева М.В., Ляпина С.Ю.* Управление рисками в инновационной деятельности: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям. М.: Изд-во ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 351 с.

5. *Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталев Е.Ю.* Моделирование рисковых ситуации в экономике и бизнесе: учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2000. 176 с.

6. *Бринза В.В., Коровин А.В., Лосицкий А.Ф.* и др. Технический комплекс металлургического завода: моделирование перспектив развития // Национальная металлургия. 2003. №1. С. 87–94.

7. *Бринза В.В., Кузнецов И.С., Коровин А.В., Германова А.В.* и др. Моделирование резервов взаимодействия металлургических предприятий и научного комплекса высших учебных заведений// Черная металлургия: Бюллетень института «Черметинформация». 2008. №1. С. 73–80.

8. *Бринза В.В., Шляхов М.Ю., Зернов С.М.* и др. Первое в России промышленное производство сверхпроводящих материалов: прогнозирование потенциала развития // Экономика в промышленности. 2010. № 3. С.10–19.

9. *Робертс Ф.С.* Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М.: Наука, 1986. 496 с.

10. Управление проектами / Под общей редакцией В.Д. Шапиро. – СПб.: ДваТрИ, 1996. 610 с.

References

1. Sajt Chastnogo uchrezhdenija Gosudarstvennoj korporacii po atomnoj jenergii «Rosatom» «Proektnyj centr ITJeR». URL:http://www.iterrf.ru (data obrashhenija: 10.01.2014).

2. Oficial'nyj sajt kompanii Bruker Energy and Supercon Technologies. URL:http://www.bruker-est.com/ (data obrashhenija: 10.01.2014).

3. Oficial'nyj sajt kompanii Luvata Waterbury. URL: http://www.luvata.com/en/About-Luvata/Locations/Luvata-Waterbury/(data obrashhenija: 10.01.2014).

4. *Gracheva M.V., Ljapina S.Ju.* Upravlenie riskami v innovacionnoj dejatel'nosti: uchebnoe posobie dlja studentov vuzov, obuchajushhihsja po jekonomicheskim special'nostjam. M.: Izd-vo JuNITI-DANA, 2012. 351 s.

5. *Dubrov A.M., Lagosha B.A., Hrustalev E.Ju.* Modelirovanie riskovyh situacii v jekonomike i biznese: uchebnoe posobie. M.: Finansy i statistika, 2000. 176 s.

6. *Brinza V.V., Korovin A.V., Losickij A.F.* i dr. Tehnicheskij kompleks metallurgicheskogo zavoda: modelirovanie perspektiv razvitija// Nacional'naja metallurgija. 2003. № 1. S. 87–94.

7. *Brinza V.V., Kuznecov I.S., Korovin A.V., Germanova A.V.* i dr. Modelirovanie rezervov vzaimodejstvija metallurgicheskih predprijatij i nauchnogo kompleksa vysshih uchebnyh zavedenij// Chernaja metallurgija: Bjulleten' instituta «Chermetinformacija». 2008. № 1. S. 73–80.

8. *Brinza V.V., Shljahov M.Ju., Zernov S.M.* i dr. Pervoe v Rossii promyshlennoe proizvodstvo sverhprovodjashhih materialov: prognozirovanie potenciala razvitija// Jekonomika v promyshlennosti, 2010. № 3. S.10–19.

9. *Roberts F.S.* Diskretnye matematicheskie modeli s prilozhenijami k social'nym, biologicheskim i jekologicheskim zadacham. M.: Nauka, 1986. 496 s.

10. Upravlenie proektami / Pod obshhej redakciej *V.D. Shapiro*. – SPb.: DvaTrI, 1996. 610 s.