

ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

© 2011 г. М. А. Комиссарова

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

В статье рассматривается метод системы сбалансированных показателей как один из основных инструментов управления производственными системами, предложен метод системной динамики в качестве количественного инструментария, позволяющего проанализировать причинно-следственные связи внутри системы, представлена потоковая диаграмма модели стратегического управления угледобывающим предприятием

Ключевые слова: *сбалансированная система показателей; методология системной динамики; потоковая диаграмма.*

In article the balanced score card method is examined as one of the basic tools of managing the production systems. The method of system dynamics is also presented as the quantitative tool-kit, which allows analyzing the relationships of cause and effect inside a system. The diagram of strategic management model for coal-mining enterprise is shown as the stream diagram.

Key words: *balanced score card; methodology of systems dynamics; stream diagram.*

В условиях современного развития экономики и динамичности общественного производства для достижения необходимых результатов следует уметь быстро реагировать на изменяющиеся условия рынка и стараться превзойти своих конкурентов по скорости предоставления товаров и услуг, цене продукции и широте ассортимента, качеству обслуживания и т. п. Действия компании должны быть скоординированы и направлены на достижение долгосрочных целей, при этом компания (предприятие) должна уметь правильно выбрать свою стратегию и постараться мобилизовать все имеющиеся ресурсы для достижения поставленных стратегических целей.

Одним из инструментов реализации стратегии в наглядном виде является сбалансированная система показателей (Balanced Score Card, BSC). В отечественной литературе можно встретить различные варианты перевода термина *balanced score card*: сбалансированная система показателей, система сбалансированных показателей, карта балльных оценок и т. д. [1].

Формализованная стратегия обеспечивает следующие преимущества:

- создается основа для согласия и взаимопонимания между акционерами, а также между акционерами и топ менеджерами по вопросам развития компании;
- определяются приоритеты для принятия инвестиционных решений;
- формируется база для совершенствования бизнес-процессов;
- создаются условия для делегирования полномочий и ответственности средним и нижним уровни управления компанией;
- формируется основа для построения эффективной управленческой структуры;
- предоставляется возможность для мотивации сотрудников — компания становится более привлекательной для них, растет ее конкурентоспособность на рынке труда и т. д.;

В начале 1990-х годов профессор бизнес-школы при Гарвардском университете (Harvard Business School) Роберт С. Каплан и американский консультант по вопросам управления Дэвид П. Нортон разработали

новый подход к стратегическому управлению и впервые предложили впервые метод ССП (BSC). Американские ученые доказали, что традиционно используемые финансовые показатели, например период окупаемости и окупаемость инвестиций, давали незаконченную и устаревшую картину результатов деятельности различных компаний. Это мешало созданию долгосрочной пользы для бизнеса. Авторы выделили слабые места и неопределенности во всех ранее существующих методических подходах и предложили свою методику, принципиально отличающуюся от предшествующих.

ССП — это система управления (а не просто система измерения), которая позволяет организации четко сформулировать свои стратегические планы на будущее и стратегию и воплотить их в реальные действия. Такая система обеспечивает обратную связь между бизнес-процессами и внешними показателями, что необходимо для повышения стратегической эффективности.

По мнению Лоцилиной И. В. [2], «ССП — это система стратегического управления компанией на основе измерения и оценки ее эффективности по набору оптимально подобранных показателей, отражающих все аспекты деятельности организации как финансовые, так и нефинансовые». Название системы отражает равновесие, которое существует между краткосрочными и долгосрочными целями, финансовыми и нефинансовыми показателями, а также внешними и внутренними факторами деятельности.

Однако Д. Нортона и Р. Каплана не предложили строгой методологии описания и управления стратегией; ими были только собраны и обобщены опыт лучших компаний мирового бизнеса, поэтому, используя их идеи и, опираясь на опыт управления в российских холдинговых компаниях, считаем необходимым рассмотреть и предложить некоторые подходы. «Невозможно управлять тем, что нельзя измерить» [3]. Это является основным принципом любой системы оценочных критериев, которые оказывают сильное влияние на поведение людей как в самой организации, так и вне ее. ССП дает возможность руководителям компаний оценить долю каждого проводимого мероприятия в успехе деятельности фирмы и выявить наиболее

перспективные направления деятельности, потенциал которых используется не в полной мере. Механизм обратной связи, присутствующий в ССП, дает возможность быстро реагировать на внешние изменения, и принимать соответствующие скорректированные решения. ССП стимулирует стратегическое управление в организации, мотивируя руководителей на разработку набора критериев, характеризующих основные направления ее деятельности. Проводимые нами исследования затрагивают деятельность компаний угледобывающей отрасли, принадлежащих к территориям Восточного Донбасса. В таблице 1 представлены показатели, отражающие основную деятельность угледобывающих предприятий для различных стратегических альтернатив.

В классическом представлении структура ССП представлена четырьмя структурными элементами, мы посчитали необходимым добавить 5 элемент — рациональное природопользование, учитывая отраслевую специфику угледобывающих компаний и их значительное воздействие на окружающую среду.

Смыслом существования предприятия угледобывающей промышленности является обеспечение рынка необходимыми поставками угля. Для осуществления миссии на предприятии разрабатывается целый ряд общественных целей, основными из которых являются:

— укрепление позиций России на топливных рынках (что даст возможность регулировать цены);

— обеспечение населения необходимым объемом энергоресурсов;

— возможность создания дополнительных рабочих мест для обеспечения трудоустройства жителей депрессивных регионов.

Для достижения перечисленных целей угледобывающему предприятию необходимо стать конкурентоспособной, экономически устойчивой системой в соответствии с мировыми стандартами. Это в свою очередь, будет обеспечиваться выполнением целей вышеуказанных элементов.

В качестве количественного инструментария, позволяющего проанализировать причинно-следственные связи, нами был использован метод системной динамики, представляющий собой достоверный метод количествен-

Таблица 1

**Показатели, характеризующие деятельность угледобывающих
предприятий Восточного Донбасса**

№ п/п	Наименование показателя	Обо- значе- ние	Значение показателя для соответствующей альтернативы		
			A_1	A_2	A_3
1. Финансовая составляющая					
	Коэффициент текущей ликвидности	k_{11}	0,4	0,43	0,43
	Коэффициент обеспеченности собственными средствами	k_{12}	0,12	0,05	0,02
	Коэффициент восстановления платежеспособности	k_{13}	0,19	0,22	0,28
	Коэффициент финансовой зависимости	k_{14}	0,24	0,31	0,42
	Коэффициент покрытия	k_{15}	0,45	0,4	0,43
	Рентабельность продукции	k_{16}	0,26	0,15	0,12
2. Клиентская составляющая					
	Доля сегмента рынка	k_{21}	30%	24%	36%
	Рост потребления угля	k_{22}	46%	38%	26%
	Сроки поставок	k_{23}	20%	25%	40%
	Доля постоянных покупателей	k_{24}	90%	85%	85%
	Коэффициент качества продукции	k_{25}	0,85	0,85	0,9
	Цена единицы продукции по сравнению с конкурентами	k_{26}	0,9	0,9	1
3. Внутренние процессы					
	Уровень загрузки производственных мощностей	k_{31}	0,9	0,86	0,73
	Уровень механизации труда	k_{32}	0,7	0,75	0,75
	Коэффициент новизны	k_{33}	0,2	0,25	0,25
	Коэффициент использования фонда рабочего времени машин	k_{34}	0,5	0,65	0,6
	Коэффициент обновления норм	k_{35}	0,55	0,6	0,6
	Себестоимость единицы продукции	k_{36}	646	712	755
4. Обучения и развитие					
	Число специалистов с высшим образованием	k_{41}	0,45	0,39	0,52
	Коэффициент постоянства кадрового состава	k_{42}	0,65	0,59	0,54
	Коэффициент текучести	k_{43}	0,42	0,37	0,51

Окончание таблицы 1

№ п/п	Наименование показателя	Обозначение	Значение показателя для соответствующей альтернативы		
			A_1	A_2	A_3
	Коэффициент условий труда	k_{44}	0.8	0.8	0.7
	Коэффициент трудовой дисциплины	k_{45}	0.85	0.9	0.9
	Затраты на обучение персонала	k_{46}	0.017	0.02	0.015
5. Рациональное природопользование					
	Доля кондиционных запасов	k_{51}	0.87	0.92	0.96
	Коэффициент экологической нагрузки	k_{52}	0.46	0.67	0.54
	Ресурсоотдача	k_{53}	0.43	0.27	0.42
	Совокупный природный потенциал	k_{54}	0.92	0.88	0.79
	Уровень использования природного потенциала	k_{56}	0.62	0.66	0.64

венного и качественного исследования сложных систем с высокой степенью наглядности, поскольку система управления крупными промышленными предприятиями относится к сложным с позиций теории управления.

Методология моделирования системной динамики (Systems Dynamics), предложена в 1961 г. Джейм Форрестером (Jay Forrester) из Массачусетского технологического института [4].

Системная динамика представляет собой совокупность принципов и методов анализа динамических управляемых систем с обратной связью и их применения для решения производственных, организационных и социально-экономических задач. В системах поддержки принятия решений применение системной динамики позволяет объединить несколько функциональных пространств организации в одно целое и обеспечить организационный и количественный базис для выработки более эффективной управленческой политики. Одним из основных достижений, которое легло в основу системной динамики, является компьютерное моделирование. Применение методов имитационного моделирования в технике, предшествующее созданию опытных образцов, обусловило их

распространение на проблемы планирования и управления в организационных системах. С появлением надежных и высокопроизводительных персональных компьютеров моделирование сложных организаций стало практической задачей. Успех в этой области убедил в том, что человеческое мышление и действия доступны не только тщательному изучению, пониманию и производству, но даже и улучшению.

В процессе моделирования постепенно углубляется понимание проблемы участвующими в нем людьми. Однако их интуиция о возможных последствиях предлагаемых управленческих решений часто оказывается менее надежной, чем подход, связанный с тщательным построением математической модели. И это не так удивительно, как может показаться на первый взгляд. Системы управления содержат порой 100 и более переменных, о которых либо известно, что они зависят от других каким-либо нелинейным образом или предполагают существование такой зависимости. Поведение таких систем оказывается настолько сложным, что его понимание лежит вне возможностей человеческой интуиции. Компьютерное моделирование — одно из наиболее эффективных имеющихся

в настоящее время средств для поддержки и уточнения человеческой интуиции. Это гибкое средство, которое усиливает возможности человека, использующего ее для более глубокого понимания проблемы.

Философия системной динамики основывается на предположении, что поведение системы, чаще всего определяется ее информационно-логической структурой. Помимо физических и технологических аспектов производственных процессов, она отражает политику и традиции, которые явно или неявно определяют процесс принятия решений в системе — организация. Такая структурная схема содержит источники усиления, временных задержек и информационных обратных связей, подобных тем, которые встречаются в сложных системах управления. Управляющие системы, содержащие подобные элементы, генерируют сложные ответные реакции даже на относительно простые изменения системы или входного сигнала. Анализ сложных нелинейных систем такого рода представляет достаточно сложную задачу, не говоря уже о быстром и надежном перепроектировании таких систем. Область управления, с присущей ей спецификой, делает эти проблемы еще более сложными. В этом случае структурная ориентация системной динамики представляет собой первый шаг в процессе упорядочения хаотичных взаимосвязей.

Другой аспект философии системной динамики заключается в предположении, что организация более эффективно представляется в терминах лежащих в ее основе потоков, нежели в терминах отдельных функций. Потоки людей, денег, материалов, заявок и оборудования, а также интегрированных потоков информации могут быть выявлены во всех организациях. Направленность на потоковую структуру заставляет аналитика естественным образом преодолевать внутриорганизационные границы [5].

В реальной жизни многие люди не замечают, что они являются частью многих различных сложных социальных, экономических и организационных систем с обратной связью. Чем длиннее временная задержка внутри цикла и менее ясны следствия, тем сложнее распознать существование обратной связи.

Системы с обратной связью характеризуются тем, что оператор, выполняющий некоторые действия, позднее подвергается воздействию в зависимости от результатов своих действий. В этом случае говорят о «замыкании цикла», причем объективно существует задержка во времени, короткая или длинная, разделяющая момент начала действия и обратную реакцию на него. Замкнутые циклы и, как следствие, временные задержки характерны для всех процессов с обратной связью. Под системой с обратными связями будем понимать совокупность связанных между собой циклов с обратными связями. Поведение переменной, входящей в один цикл с обратной связью, может влиять на поведение другой переменной, входящей в другой цикл. Сложные задачи управления, представляемые в виде таких систем, могут состоять из большого числа циклов. Именно такие сложные системы с большим числом циклов и составляют предмет изучения системной динамики. По мере усложнения системы соответственно возрастает сложность получения формального аналитического решения. Поэтому для анализа таких систем применяется имитационное моделирование.

Важно отметить связь методологий моделирования системной динамики и системы сбалансированных показателей. Методология ССП является инструментом стратегического управления и для корректного применения требует количественного инструментария, позволяющего качественно и количественно анализировать причинно-следственные связи и именно системная динамика, как достоверный и наглядный инструментальный анализ сложных систем позволяет эффективно дополнить ССП.

Для построения имитационных моделей динамических систем используются переменные четырех типов: время, фонд, поток и конвертер.

Основными элементами потоковых диаграмм системной динамики являются:

— фонд: количество чего-либо, существующее в данный момент времени и измеряемое в денежных либо в физических единицах. Фонды способны накапливать и аккумулировать единицы фонда; они также пополняются через входные потоки и расходуются через выходные потоки;

— поток: процесс, протекающий во времени, оценить который можно в физических или денежных единицах, соотношенных с каким-либо временным интервалом;

— конвертеры: преобразователи модельных единиц, которые используются для детализации и уточнения поведения потоковых схем. Конвертеры часто используются в качестве таких переменных (или заменяющих их алгебраических выражений), как доход, цена, численность, рейтинг и т. д. В противоположность фондам, конвертеры — это не память, и они не умеют ничего аккумулировать; их значения пересчитываются в каждый такт модельного времени [6].

Для численного моделирования системы стратегического управления угледобывающими предприятиями была разработана модель системной динамики, потоковая диаграмма которой приведена на рис. 1. Характеристики элементов модели описаны в таблице 2.

Для указанных параметров были инициализированы значения $\Delta t=0,01$ и время моделирования 50. Графические результаты моде-

лирования приведены на рисунке 2. Анализ приведенных результатов показывает нелинейный характер изменения таких ключевых элементов модели как доля рынка и ресурсотдача. Другие параметры меняются линейно от времени.

В дальнейшем был выполнен анализ чувствительности модели. Анализ показывает, что наибольшую чувствительность модель демонстрирует к изменению параметров «Доля постоянных покупателей» и «Число специалистов с высшим образованием».

Считаем, что выбор методологии системной динамики является рациональным в связи с необходимостью получения массовых проектных результатов исследования сложных систем, поскольку применение иных методов исследования: численные математические модели, агентные модели и т. д. как правило, является ситуационно зависимым, т. е. привязанным к конкретно рассматриваемой предметной области. Без использования специальных методов модификации указанных моделей для применения их к другим предприятиям, отраслям и т. п. применение

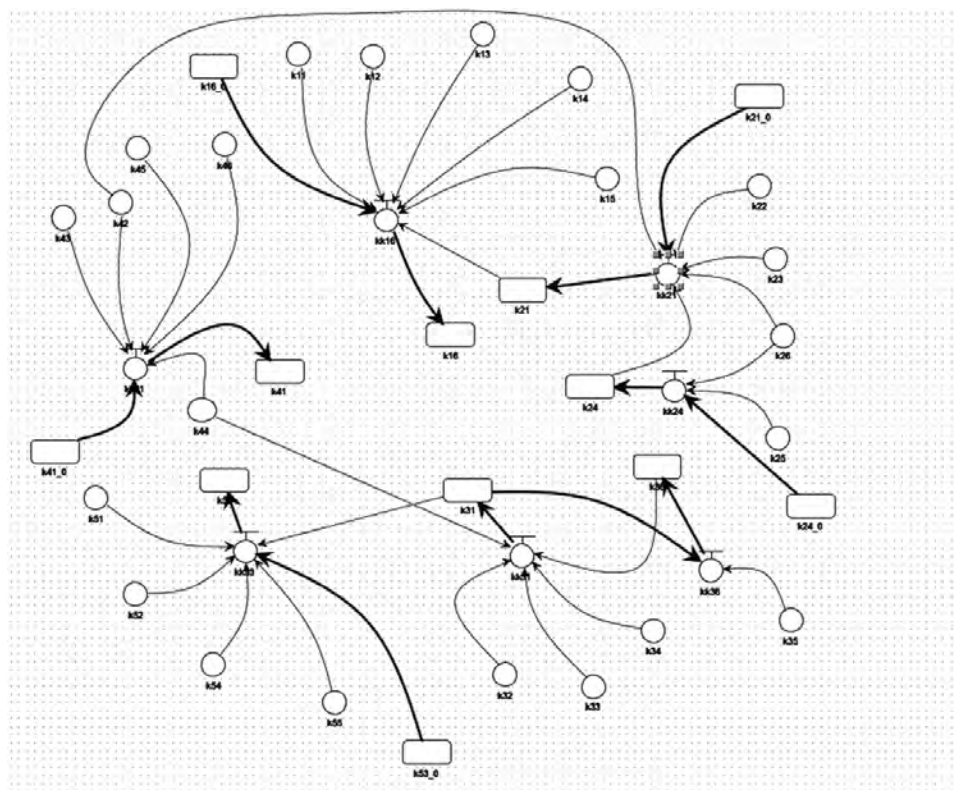


Рис. 1. Потоковая диаграмма модели стратегического управления угледобывающим предприятием

Таблица 2

Элементы потоковой диаграммы

№ п/п	Обозначение	Тип элемента	Наименование показателя
1	k_{16}	Накопитель	Рентабельность продукции
2	k_{21}	Накопитель	Доля сегмента рынка
3	k_{24}	Накопитель	Доля постоянных покупателей
4	k_{31}	Накопитель	Уровень загрузки производственных мощностей
5	k_{36}	Накопитель	Себестоимость единицы продукции
6	k_{41}	Накопитель	Число специалистов с высшим образованием
7	k_{53}	Накопитель	Ресурсоотдача
8	k_{11}	Конвертер	Коэффициент текущей ликвидности
9	k_{12}	Конвертер	Коэффициент обеспеченности собственными средствами
10	k_{13}	Конвертер	Коэффициент восстановления платежеспособности
11	k_{14}	Конвертер	Коэффициент финансовой зависимости
12	k_{15}	Конвертер	Коэффициент покрытия
13	k_{22}	Конвертер	Рост потребления угля
14	k_{23}	Конвертер	Сроки поставок
15	k_{25}	Конвертер	Коэффициент качества продукции
16	k_{26}	Конвертер	Цена единицы продукции по сравнению с конкурентами
17	k_{32}	Конвертер	Уровень механизации труда
18	k_{33}	Конвертер	Коэффициент новизны
19	k_{34}	Конвертер	Коэффициент использования фонда рабочего времени машин
20	k_{35}	Конвертер	Коэффициент обновления норм
21	k_{42}	Конвертер	Коэффициент постоянства кадрового состава
22	k_{43}	Конвертер	Коэффициент текучести
23	k_{44}	Конвертер	Коэффициент условий труда
24	k_{45}	Конвертер	Коэффициент трудовой дисциплины
25	k_{46}	Конвертер	Затраты на обучение персонала
26	k_{51}	Конвертер	Доля кондиционных запасов
27	k_{52}	Конвертер	Коэффициент экологической нагрузки
28	k_{54}	Конвертер	Совокупный природный потенциал
29	k_{55}	Конвертер	Уровень использования природного потенциала

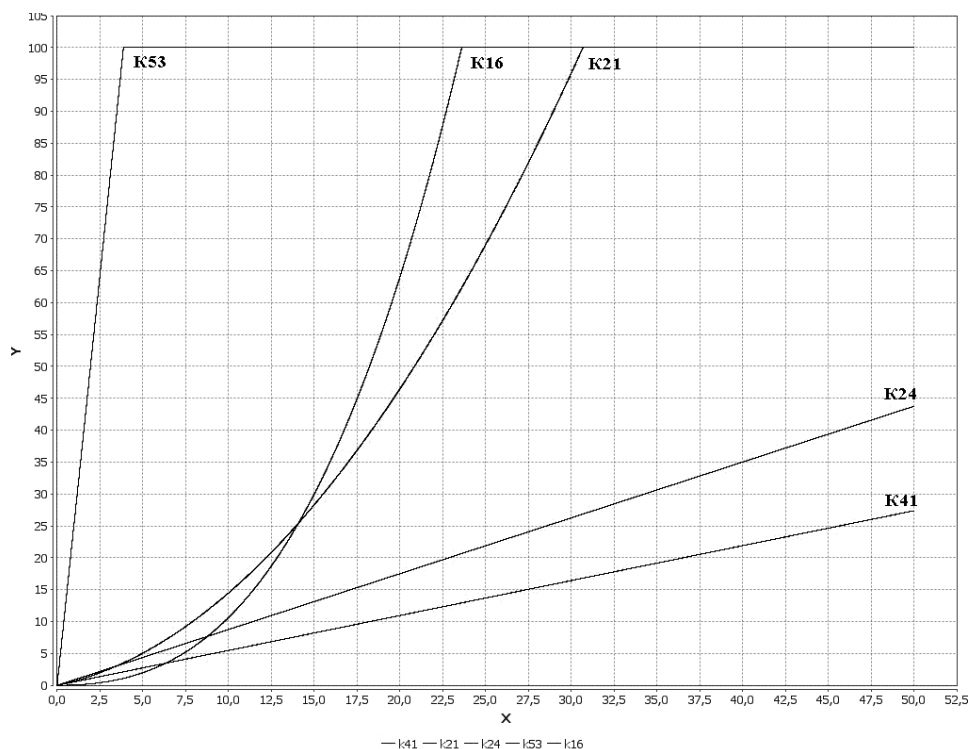


Рис. 2. Графические результаты моделирования

таких моделей представляется затруднительным. Методология системной динамики является достаточно наглядной, т. к. базируется на естественных логических конструкциях, причинно-следственных связях, что позволяет достоверно и наглядно анализировать развитие систем во времени.

Литература

1. Каплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. 2-е изд., испр. и доп. / Пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. — 320 с.
2. Лоцилина И. В. Оценка необходимости построения стратегии компании. // «ВУТЕ / Россия». — 2007. — №9.

3. Пашанин И. Сбалансированная система показателей как основа стратегического управления. // Финансовая газета. — 2007. — №11 (795).

4. Форрестер Дж. Системная динамика — персональный взгляд на первые и следующие 50 лет (перевод Ю. Морозова) [Электронный ресурс] / Российское общество системной динамики. — Режим доступа: <http://sysdynamics.ru/>, свободный. — Загл. с экрана.

5. System Dynamics Review // Ethe Journal of the System Dynamics Society. — 2007. — Vol. 23. — №2–3.

6. Лычкина Н. Н. Имитационные модели в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятия. // Бизнес-информатика. — 2007. — №1.

Поступила в редакцию

17 мая 2011 г.



Мария Анатольевна Комиссарова — кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации горного, химического и строительного производства ЮРГТУ (НПИ). Автор работ по экономике и организации горного и химического производства.

Maria Anatolievna Komissarova — Ph.D., Candidate of Economics, docent of «Economics and management of chemistry, mining and construction production» department of SRSTU (NPI). Author's works describe the problems of economics and managing of mining and chemistry enterprises.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
132 Prosveshcheniya st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8635) 25-56-46; e-mail: mari54@yandex.ru



ДВЕНАДЦАТЫЕ ДРУКЕРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ «СОВРЕМЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ: ТЕОРИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук совместно с Институтом исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка (ОАО «ИТКОР») и рядом ведущих научно-исследовательских институтов и вузов Российской Федерации объявляет о проведении международной научно-практической конференции **Двенадцатые Друкеровские чтения «Современный экономический рост: теория и моделирование»**, которая состоится 28–30 мая 2012 года в Институте проблем управления РАН (ул. Профсоюзная, 65).

В рамках Двенадцатых Друкеровских чтений состоится презентация новых (вышедших из печати в текущем году) публикаций сотрудников Лаборатории Экономической динамики и управления инновациями ИПУ РАН.

Приглашение и программа конференции будут отправлены участникам конференции по электронной почте до 1 мая 2012 года.

Все контакты между Оргкомитетом и участниками осуществляются только по электронной почте:
InnovConf@mail.ru.