

III ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ (ВМКПУ'2008)

Москва, 7–9 апреля 2008 г.

Организация Всероссийской молодежной конференции по проблемам управления в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН продолжает традицию проведения конференций, совещаний и школ по проблемам управления (с 1953 по 1989 г. Институтом проблем управления (ИПУ) было проведено 33 таких мероприятия). Работа конференции была возобновлена три года назад в форме молодежных школ по проблемам управления. Успешно были проведены школы в Самаре на базе Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева (2006 г.) и в Воронеже на базе Воронежского архитектурно-строительного университета (2007 г.).

Конференция была организована Советом молодых ученых и специалистов ИПУ под общим руководством Ученого совета Института и при активном участии научно-образовательных центров, созданных ИПУ совместно с рядом ведущих российских вузов. Круг участников конференции охватывает представителей академических институтов и многих высших учебных заведений России, что способствует как интеграции академической и вузовской науки, так и укреплению научных связей между региональными научными школами и ведущими научными центрами.

Открыл конференцию председатель оргкомитета д-р техн. наук Д.А. Новиков.

На пленарном заседании первым выступил председатель программного комитета академик РАН С.Н. Васильев, который своим докладом «Логический подход к интеллектуальному¹ управлению» продолжил цикл лекций, читаемых аспирантам и молодым ученым ИПУ в рамках избранных лекций по логике. Он изложил основные тенденции развития систем управления от систем программного управления до интеллектуальных систем (с целеполаганием, формированием новых поня-

тий и отношений в развиваемой модели мира). Докладчик отметил, что современный уровень исследований позволяет пока говорить лишь о возможности построения автоматических систем интеллектуального управления (без целеполагания). Интеллектуальное управление (intelligent control) — пограничная область теории управления и искусственного интеллекта. Система интеллектуального управления должна обладать способностью воспринимать информацию о процессах, возмущениях и условиях функционирования, выводить заключения и обучаться. В конечном счете, она обеспечивает автоматическое достижение цели управления, поставленной человеком. Создание автоматических систем с целеполаганием (систем интеллектуального управления) остается весьма сложной научной проблемой. Принципиальное качество интеллектуальной системы управления — *мотивированный интеллектуальный выбор цели, не сводящийся к традиционному выбору цели из предусмотренных и хорошо формализованных целей* — пока не достигается. Однако и для систем интеллектуального управления существуют проблемы повышения уровня интеллекта для решения сложных задач управления. В докладе сделан вывод об их разрешимости на основе разработки, развития и применения мощных средств логического вывода и порождения гипотез.

Далее докладчик остановился на некоторых проблемах интеллектуального управления:

— *проблеме неполноты* и, наоборот, перенасыщения иррелевантными знаниями (т. е. не имеющими существенного отношения к решаемому классу задач), которые в рамках логического подхода могут решаться путем автоматического гипотезирования и некоторых других средств;

— *полуразрешимости проблемы выводимости* — фундаментального негативного свойства богатых логических систем, которое является прямым продолжением их достоинств (высокой выразительности и универсальности);

¹ Понятие «интеллектуальное» в данном контексте означает, что мы ожидаем достичь некоторого сходства с интеллектом, демонстрируемым живыми существами.

— *динамичности мира*, которая, как следствие, приводит к необходимости разработки и применения немонотонных логик и ряда других.

Во многих случаях классический логический вывод не годится для решения практических задач, называемых конструктивными. Такие задачи отличаются тем, что по выводу факта достижимости целей управления требуется произвести построение средства достижения этой цели. В докладе были приведены примеры конструктивных задач, для которых классический вывод бесполезен. Далее докладчик подробно остановился на новом первопорядковом логическом исчислении, в том числе в языке конструктивной логики, ориентированном на эффективную автоматизацию выводов, а также сформулировал ряд проблем и задач в этой области, увлекая слушателей в мир интересных логик с новыми возможностями и, одновременно, интересными научными проблемами и задачами. Затронутые в докладе проблемы подробно рассматриваются в многочисленных научных трудах докладчика (см., например, книгу [1]). Академик С.Н. Васильев пообещал продолжить лекции, посвященные столь актуальному направлению, не только в рамках молодежных мероприятий в ИПУ, но и на выездных молодежных мероприятиях, ближайшее из которых состоится на базе Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева.

В пленарном докладе д-ра техн. наук *В.Н. Букова* «Метод сетевого программирования в задачах дискретной оптимизации» был дан обзор методов решения задач дискретной оптимизации и описан новый метод — сетевого программирования, представляющий собой обобщение метода динамического программирования и метода множителей Лагранжа. Этот метод позволяет находить оптимальные решения или верхние (нижние) границы для задач дискретной оптимизации. В докладе рассмотрено понятие структурно-эквивалентных функций и роль таких функций при решении задач методом сетевого программирования. Рассмотрены также алгоритмы решения упомянутым методом ряда известных задач дискретной оптимизации: задачи о ранце, о максимальном потоке, о камнях и задачи коммивояжера. Дано определение двойственной задачи для аддитивных задач дискретной оптимизации, разработаны методы решения двойственной задачи и дана оценка их вычислительной сложности (см., например, книгу [2]).

В своей обзорной лекции д-р физ.-мат. наук *А.А. Лазарев* рассказал о методах и алгоритмах дискретной оптимизации в применении к теории расписаний на примере ряда классических задач (одноприборной задачи и задачи о ранце) и затронул проблему целочисленности и основные принципы

оптимальности. Основная часть лекции была посвящена алгоритмам решения NP-трудных задач, которые разделены на три класса: эвристические, приближенные и сокращенного перебора. Основная проблема состоит в необходимости развития способов проверки качества методов. Докладчик рассказал о результатах проверки основных алгоритмов на расширенной области и показал, что декларируемая сложность алгоритма резко повышается на расширенной области. Сразу видны проблемные области, попадание в которые в практике применения методов теории расписания не редки и приводят к ошибкам. Докладчик также предложил молодежи интересные новые задачи по разработке адаптивных методов построения личного расписания.

В докладе д-ра техн. наук *В.М. Вишневого* был дан обстоятельный анализ состояния и перспектив развития широкополосных беспроводных сетей передачи информации.

В рамках своего пленарного доклада д-р техн. наук *Э.Л. Ицкович* рассказал об основных тенденциях развития современных технических и программных средств автоматизации производства и уделил значительное внимание тому, что для эффективного решения задач автоматизации производства работающие в этой сфере промышленные консультанты должны иметь возможность использовать программно-технические решения, составленные из компонентов различных производителей. Иными словами, промышленные консультанты должны быть «независимыми» консультантами, а не представителями отдельных компаний-производителей технических и программных средств автоматизации производства. Стандартизация протоколов передачи информации между подобными различными продуктами и их «модульность» — вот пути решения задачи обеспечения «независимости» специалистов по промышленной автоматизации от продуктов отдельных вендоров. Поэтому основной акцент в историческом экскурсе лектором был сделан на развитие стандартов и тех этапах научно-технического прогресса в освещаемой области, которые позволили облегчить решение задачи стандартизации и унификации технических и программных средств автоматизации производства.

В своей лекции д-р техн. наук *Б.Т. Поляк* осветил историю теории автоматического управления, рассказал об актуальных задачах, которые давали толчок ее развитию с конца 19-го до конца 20-го века, и о порожденных этими задачами методами и направлениях исследований.

На заседании секции «Теория систем управления», состоявшей из двух разделов: «Теория систем управления» и «Управление подвижными объекта-



ми и навигация», затрагивалось большое число разнообразных проблем, связанных с теорией управления. Из принятых после рецензирования 28-ми докладов было заслушано 23, почти половина из которых были посвящены задачам моделирования физических систем, остальные доклады были связаны с традиционными задачами теории управления и смежными задачами.

Стоит выделить доклады *О.С. Гребенника, И.И. Ибрагимова, С.В. Спиридонова, П.Д. Купцова, и Е.Я. Ярошенко*, связанных с анализом и моделированием газожидкостных сред (затрагивающие, частично, задачи, возникающие в нефтяной отрасли). Например, в докладе *П.Д. Купцова* газовый поток лаконично и эффективно анализируется с помощью теории бюджетов, в работе *Е.А. Ярошенко* для моделирования разработки нефтяных месторождений эффективно применяются мультипроцессорные системы.

Доклады, связанные с теорией управления, охватывали широкий спектр задач: от исследования блочных форм и скользящих режимов динамических систем до синтеза робастных регуляторов, регуляторов низкого порядка и H_∞ -синтеза. Среди этих работ хорошее впечатление оставляют доклады *А.Г. Ахобадзе* (о применении синтеза и декомпозиции блочных матричных форм при описании систем в пространстве состояний при наличии внешних возмущений) и *А.В. Уткина* (о разрывном управлении роботом-манипулятором и анализе возникающих скользящих режимов).

В нескольких докладах (*Е.Н. Грязиной, А.Ю. Мазурова, Я.И. Петрикевич* и *А.А. Трэмбы*) были рассмотрены задачи, связанные со случайными процессами и рандомизированными методами. *Я.И. Петрикевич* доложила о синтезе стабилизирующих регуляторов низкого порядка с помощью генерации случайных устойчивых полиномов и последующей оптимизации. *А.Ю. Мазуров* показал, как можно успешно исследовать стохастические системы с рисками с помощью понятия диссипативности. Интересны доклады *Р.Ф. Гилимьянова* и *Ю.В. Морозова*, посвященные двум актуальным задачам навигации мобильного робота.

На секции «Управление в социально-экономических и медико-биологических системах» было представлено более 30-ти докладов, охватывающих своей тематикой формальные методы обработки экспертных данных, когнитивные методы, а также различные задачи управления в биологических, региональных, производственных, финансовых и даже научных системах.

Среди работ, посвященных задачам анализа данных, можно отметить доклад *Ю.А. Дорофеев*, которая описала целый комплекс алгоритмов и

методов, предлагаемый к применению в слабоформализованных системах управления для решения задач структурно-классификационного анализа и прогнозирования, в том числе и на основе экспертных оценок. В нем рассматриваются: задача кластеризации многопараметрических объектов в заданные моменты времени, процесс временного изменения структуры кластеров и прогнозирование будущей структуры кластеров на такт вперед. Подчеркивается прикладная направленность решаемой задачи: в качестве исходных многопараметрических объектов выступают регионы РФ, которые в процессе кластеризации разбиваются на 7–9 кластеров. Подобный комплекс методов крайне перспективен для практического применения, в частности, для анализа эффективности функционирования органов исполнительной власти в регионах. Слушателями была отмечена необходимость дальнейшей практической апробации предложенных подходов.

Проблеме эффективности экспертных механизмов был посвящен доклад *Н.А. Коргина*, в котором дан анализ влияния конфигурации множеств допустимых результатов на эффективность неманипулируемых механизмов активной многокритериальной экспертизы. Несмотря на теоретическую направленность данной работы, ее результаты предоставляются актуальными, так как могут быть использованы для построения механизмов экспертизы, защищенных от коррупционных воздействий.

Эксперты, работающие на секции, особенно отметили доклад *К.Б. Погорельского* «Проблемы моделирования управляющих структур МВФ», в котором была предложена имитационная модель динамики переходов между объединениями стран в исполнительном совете Международного валютного фонда. Докладчик сообщил о результатах анализа влияния стран на принятие решения в совете.

Значительная часть докладов на секции была посвящена когнитивным методам в управлении слабоструктурированными проблемными ситуациями. Это направление представлено работами участников молодежных школ под руководством д-ров техн. наук *Н.А. Абрамовой* и *О.П. Кузнецова* в ИПУ РАН и д-ра техн. наук *Г.В. Гореловой* в Таганрогском технологическом институте Южного федерального университета (ТТИ ЮФУ).

Доклад *З.К. Авдеевой* был посвящен очень важной задаче, связанной с систематизацией процесса выявления и постановки различных задач управления в слабоструктурированных ситуациях. В качестве методов решения такой задачи докладчик предложила методы, основанные на построении и анализе когнитивных карт и привела ряд при-

меров, демонстрирующих эвристические правила выявления в слабоструктурированной ситуации конфликтных задач, ресурсных задач управления, а также дала обоснование приоритетов в решении тех или иных задач при разрешении проблемной ситуации.

Доложенные на заседании секции работы *С.Г. Куливец* «Игра на линейной когнитивной карте с импульсным начальным управлением» и *И.Н. Гореловой* «Моделирование позиционных игр на когнитивных картах социально-экономических объектов» находятся в русле перспективных направлений когнитивного подхода. На протяжении многих лет и теоретико-игровые, и когнитивные модели успешно используются для описания сложных систем. Сравнительно недавно появились работы, в которых делается попытка интеграции этих двух подходов и систематизации возникающих на их пересечении задач [3]. На следующих молодежных конференциях *С.Г. Куливец* пообещал доложить о результатах экспериментов применения теории игр в такой постановке, отличных от интересных (для практики) результатов по выработке различных стратегий взаимодействия с учетом максимального соблюдения интересов на базе имитационного моделирования [4].

В представленных докладах молодых специалистов ТТИ ЮФУ были затронуты аспекты практического применения моделей и методов на основе когнитивных карт для решения следующих прикладных задач:

- управление развитием туристского комплекса в социально-экономической системе, когнитивный подход (*Е.В. Жертовская*);
- применение когнитивного подхода к решению проблем экономической безопасности на уровне региона (*И.Ю. Казанин*);
- когнитивное моделирование системы управления банковскими рисками на рынке потребительского кредитования (*Т.М. Вандышева*).

Несмотря на длительную историю разработки и применения методов на базе когнитивных карт, необходимо отметить, с одной стороны, слабую научную обоснованность и рискованность их применения, но, с другой стороны, подтвержденную практическую значимость при управлении в слабоструктурированных ситуациях. Одним из слабых и рискованных мест в когнитивных методах является этап структуризации первичных представлений о проблемной ситуации. Риск, например, состоит в неверном учете важных факторов (или неучете), определяющих ситуацию. В этой связи примечателен доклад студента МФТИ *А.А. Федотова* «Об исследовании рисков при структуризации проблемной ситуации», в котором дан

анализ применения SWOT-анализа к этапу структуризации и предложена мера риска.

В рамках работы секции были представлены сильные работы в области управления здоровьем человека и анализа демографической ситуации. В докладе *М.А. Костенко* «Моделирование процесса старения организма и управление им с использованием гомеостатического подхода» проанализирована возможность применения гомеостатической модели старения к процессу старения человека и сделан вывод о том, что модель необходимо модифицировать с учетом сложности структуры человека и влияния таких факторов, как образ жизни и пр.

Доклад *Ю.Н. Судакова* был посвящен одному из возможных подходов к моделированию учета влияния здоровья человека на его производительность. Исследования в данном направлении представляются крайне перспективными. С учетом сложности трактовки проиллюстрированных докладчиком результатов были предложены возможные направления упрощения модели и ее дальнейшего развития.

В докладе *П.Л. Отоцкого* «Об историческом прогнозе численности населения» проанализированы различные подходы к задаче прогнозирования численности населения, дан их сравнительный анализ, выделены и обоснованы недостатки существующих методов. Особое внимание акцентировано на учете различий национальных групп, составляющих население России, по таким характеристикам, как коэффициент рождаемости и смертности.

Внутрилетняя часть докладов в рамках секции была посвящена практическому применению математических моделей и методов для решения частных практических задач в управлении производственными и региональными системами.

В области управления в региональных системах примечательны работы аспирантов Волгоградского государственного университета *М.А. Эйфельд* «Моделирование региональных эффектов» и *Т.С. Матасовой* «Эконометрические модели на рынке жилья групп регионов со сходными экономическими макро показателями», в которых показано применение кластерного анализа статистических данных и построены эконометрические модели регионов для решения задач управления регионами.

Среди наиболее интересных работ в области управления производственными системами следует отметить «Модель оценки эффективности многомерной производственно-экономической системы» (*М.В. Цапенко*, СГАУ); «Применение имитационного моделирования для поддержки принятия решений в управлении предприятиями оптовой торговли» (*Г.Г. Зайковская*, ВЗФИ); «Дескриптив-



но-оптимизационная модель управления промышленным предприятием» (М.В. Радчик, ВолГУ).

По качеству изложения доклада и степени проработанности задачи стоит отметить доклад Т.И. Овчинниковой и Т.С. Ивлевой «Оценка морального ущерба в системах управления безопасностью жизнедеятельности предприятия».

Как общий недостаток, присущий многим докладам, следует отметить недостаточную обоснованность методов, применявшихся для решения задач, что крайне затрудняет систематизацию и унификацию полученных результатов. На этом фоне заметен доклад Ф.В. Новикова «Метод оперативной коррекции оценки результативности научной деятельности на основе ПРНД», в котором затронута важная для научной организации проблема адекватности внедряемой системы показателей результативности деятельности при стимулировании труда научных сотрудников.

По результатам оценок докладов были отмечены качественные и практически значимые студенческие работы О.А. Подольской (СГАУ, г. Самара), Ю.В. Рязанцевой (ЛГТУ, г. Липецк) и А.А. Федотова (МФТИ). Председатель секции д-р техн. наук Д.А. Новиков пожелал авторам дальнейших успехов и предложил участвовать в конкурсе на лучшую студенческую работу, проводимом ИПУ.

На заседании секции «Системы управления технологическими процессами» были заслушаны 14 докладов.

Особый интерес представляла группа докладов аспирантов ИПУ С.В. Толмачёва, С.А. Браништова, К.Г. Накашидзе, Е.Е. Томилина, А.С. Хадеева и С.А. Чернова. В их работах предложены расширенная модель поточного производства и схема управления на ее основе. Алгоритмы на основе событийных моделей реализованы в рамках программного продукта с помощью инструмента объектного проектирования систем управления технологическими процессами ClearSCADA, что является следующим шагом в развитии АСУТП для поточных производств.

Не менее интересны были доклады А.Ю. Башина (ИПУ РАН) «Применение радиочастотного метода для определения объёмного соотношения потока газа и жидкости в трубопроводе», А.С. Кудряшова и С.В. Сталянского (ИПУ РАН) «Обеспечение безопасной передачи данных с использованием криптографического контроллера», А.А. Томилина (ЛГТУ, г. Липецк) «Особенности аппарата формирования организационных структур на основе окрестностно-временных моделей».

Заинтересовали своими работами, посвященными изучению логистических сетей с потерями, но без ограничения пропускной способности, студенты МФТИ И.С. Сунчугашев и Д.А. Фёдоров.

Среди заслушанных докладов, пожалуй, самыми яркими были доклады аспирантов ИПУ С.В. Андреева о моделировании энергосистемы с управлением по частоте и активной мощности, Е.Б. Иванова, занимающегося вопросами разработки экспертных систем металлургического производства, и П.В. Коврыгина об исследовании отказоустойчивости струйного акселерометра для летательных аппаратов.

На заседаниях секции «Информационные технологии в управлении» были заслушаны 37 принятых после рецензирования докладов, большая часть которых представлена молодыми специалистами Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН. На хорошем профессиональном уровне доложил А.А. Сафонов о своей работе, посвященной обзору механизмов синхронизации в сетях IEEE 802.11. В продолжение темы, затронутой А.А. Сафоновым, прозвучал доклад С.А. Шнулева «Проактивная маршрутизация в IEEE 802.11s mesh-сетях», в котором представлены результаты экспериментов по производительности протоколов маршрутизации в сетях нового поколения — mesh-сетях.

Ряд докладов был посвящен информационно-вычислительным сетям, их теории и применению в системах управления. Председатель секции д-р техн. наук В.М. Вишневецкий особенно отметил доклад П.В. Сараева (ЛГТУ, г. Липецк) «Глобальное обучение нейронных сетей», посвященный разработке эффективных средств моделирования сложных систем нейронными сетями прямого распространения. В докладе проанализированы различные подходы к обучению нейросетей, основной недостаток которых состоит в отсутствии гарантии поиска глобального решения. Исследования докладчика в этой области были направлены на поиск подхода, лишенного такого недостатка. Один из основных результатов данного этапа исследований заключается в анализе подхода, основанного на глобальных методах интервальной оптимизации и обосновании эффективности его применения к решению задачи обучения нейросети.

В докладе И.А. Ходаковского «Программный метод повышения надежности распределенных вычислений и процессов управления» рассмотрена проблема эффективного использования потенциала открытых компьютерных сетей для непрерывного спектра задач управления техногенными, экономическими и другими социально значимыми процессами в массовых проявлениях. Повышение надежности счета в ненадежной вычислительной среде достигается путем внедрения на программном уровне избыточных действий хранения, передачи и преобразования информации.

Часть докладов лежала в русле тематики автоматизированных систем организационного управления и обработки данных, и немногочисленные доклады были посвящены разработке программного обеспечения систем управления. Так, в докладе *Е.В. Бурнаева* «Быстрый расчет аэродинамических характеристик самолета на основе аппроксимации многомерных зависимостей» рассмотрена задача аналитического описания множества данных. Новизна полученных результатов состоит в предложенной методике построения искусственных нейронных сетей, эффективность применения которой показана на примере расчета аэродинамических характеристик самолета.

Не осталось без внимания участников такое развивающееся и важное направление в информационных технологиях, как системы управления знаниями. Помимо традиционных докладов этого направления, связанных с разработкой и внедрением экспертных систем, в этой связи примечателен доклад *Л.И. Микулича* и *Д.А. Губанова* «Онтологический подход к управлению компетенциями в научной организации».

Группа докладов была посвящена технологиям обучения и тестирования, в частности проблемам оценки знаний обучаемых и качества обучения в целом. Среди них заметна работа *А.И. Глущенко* «О применении гибридных нейронных сетей в задачах адаптивного тестирования». Докладчик рассказал о проблеме «подстройки» тестов под уровень подготовки испытуемого и проанализировал методы, которые можно применять для оценки сложности вопросов.

Ограничения на объем настоящей публикации не позволяют даже упомянуть многие достойные доклады. Более подробную информацию можно найти в Трудах конференции [5].

В заключение отметим, что конференция сочла целесообразным:

— интеграцию различных подходов, моделей и методов управления системами на основе рассмотрения комплексных междисциплинарных проблем и ориентации на их решение;

— усилить информационное взаимодействие с представителями вузовской науки в регионах, специализирующимися на решении задач управления большими системами;

— рассмотреть перспективы и пути повышения экспертной значимости научного сообщества в решении практических задач управления на федеральном, отраслевом и региональном уровнях;

— развитие информационных технологий, реализующих современные научные подходы к управ-

лению системами и ориентированных на конечного пользователя;

— рекомендовать Оргкомитету провести очередную молодежную конференцию по проблемам управления весной 2009 г. и регулярно информировать участников настоящей конференции о других научных мероприятиях, проводимых ее организаторами.

К сожалению, развитие теории управления различными системами сдерживается недостаточной обеспеченностью научными кадрами и научным оборудованием, заметна тревожная тенденция сокращения «поля» исследований из-за небольшого притока новых, в первую очередь, молодых научных кадров. Нехватка научного оборудования и информационного обеспечения наблюдается, в основном, в региональных научных центрах.

Судя по представленным докладом, проблематика проектов, поддержанных РФФИ, в основном соответствует рассмотренным актуальным направлениям исследований. Однако целесообразна поддержка не только хорошо зарекомендовавших себя в исторической ретроспективе научных направлений и научных школ, но и проектов по пионерским исследованиям, так как во многом благодаря последним зарождаются новые направления и развиваются существующие.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Интеллектуальное* управление динамическими системами / С.Н. Васильев, А.К. Жерлов, Е.А. Федосов, Б.Е. Федунев. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. — 352 с.
2. *Задачи* управления в социально-экономических системах / В.Н. Бурков и др. — М.: СИНТЕГ, 2005 — 256 с.
3. *Новиков Д.А.* «Когнитивные игры»: линейная импульсная модель // Проблемы управления. — 2008. — № 3. — С. 2—8.
4. *Корноушенко Е.К.* Формальный подход к поиску консенсуса в ситуациях с противоречивыми интересами участников (на примере когнитивной модели потребительского рынка) // Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC-2006). Материалы 5-й Междунар. конф. / ИПУ РАН. — М., 2006. — С. 118—135.
5. *III Всероссийская* молодежная конференция по проблемам управления (ВМКПУ'2008): Труды / Под ред. Д.А. Новикова, З.К. Авдеевой. — М.: ИПУ РАН, 2008. — 302 с.

З.К. Авдеева, Н.А. Коргин

Авдеева Зинаида Константиновна — канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, ☎ (495) 334-78-00, e-mail: max@ipu.ru

Коргин Николай Андреевич — канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, ☎ (495) 334-79-00, e-mail: kolyah@edunet.ru