

ХII ВСЕРОССИЙСКОЙ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Общая информация. 16-19 июня в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова (ИПУ) РАН прошло XII Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2014). Сайт ВСПУ-2014 – <http://vspu2014.ipu.ru>.

ВСПУ-2014 было организовано ИПУ РАН при поддержке РФФИ, Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук, Российского национального комитета по автоматическому управлению, Академии навигации и управления движением, Научного совета РАН по комплексным проблемам управления и автоматизации, Совета по мехатронике и робототехнике РАН.

ВСПУ-2014 проводилось с целями:

- ознакомления с последними достижениями науки и практики управления по разным направлениям исследований и практических разработок;
- выявить основные тенденции и связи между различными направлениями науки об управлении, обсудить сценарные прогнозы их развития;
- выявить в процессе дискуссий наиболее перспективные направления теории управления;
- содействовать упрочению связей между представителями различных академических и отраслевых научных центров, вузовской науки и реального сектора экономики;
- обсудить проблемы образования в области управления и задачи, которые ставит перед теорией управления современная практика.

На основании полученных заявок и рецензирования докладов Программный комитет осуществил их отбор для включения в программу ВСПУ-2014. Осуществлено издание (на компакт-диске) включенных в программу докладов (общий объем – около 10 тысяч страниц); полнотекстовые доклады размещены в свободном доступе на сайте ВСПУ-2014.

В работе ВСПУ-2014 приняли участие более 1000 ученых, состоялись 92 заседания, на которых были представлены более 800 докладов, прошел круглый стол под названием «Умеем ли мы учить современной теории управления?». Во время Совещания была организована прямая интернет-трансляция пленарных заседаний.

Отобранные Программным комитетом среди представленных на Совещании доклады рекомендованы к печати в ведущих журналах по теории управления: «Автоматика и телемеханика», «Автоматизация в промышленности», «Датчики и системы», «Известия РАН. Сер. Теория и системы управления», «Мехатроника, автоматизация, управление», «Проблемы управления», «Системы управления и информационные технологии», «Управление большими системами» и др.

Краткая историческая справка. ИПУ РАН был создан в 1939 году и вскоре стал ведущей организацией Советского Союза в области теории и прикладных задач управления. Институт был инициатором и основным организатором Всесоюзных совещаний по автоматическому управлению (позднее - по проблемам управления). Первое Всесоюзное совещание было проведено в Москве в 1940 г., всего до начала перестройки прошло 11 Всесоюзных совещаний (последнее, одиннадцатое, - в Ташкенте в 1989 г.). XII ВСПУ продолжило традиции Всесоюзных совещаний в масштабах России и стран СНГ.

Тематика ВСПУ-2014.

I. Теория систем управления

1. Анализ и синтез систем управления
2. Оптимальное управление и распределенные системы
3. Адаптивные и робастные системы управления
4. Стохастические системы управления
5. Устойчивость и колебания нелинейных систем
6. Управление механическими системами
7. Идентификация систем
8. Групповое управление
9. Децентрализованное и кооперативное управление
10. Управление и оптимизация в распределенных системах
11. Гетерогенные модели управления
12. Управление в условиях неполной информации и противодействия
13. Дифференциально-геометрические методы в теории управления

II. Управление подвижными объектами и навигация

1. Управление в авиации и космонавтике
2. Управление морскими подвижными объектами

3. Мехатроника, управление и обработка информации в робототехнических системах
4. Навигация
5. Управление автотранспортом и автотрафиком

III. Интеллектуальные системы в управлении

1. Искусственный интеллект в управлении
2. Обучение и самообучение интеллектуальных систем управления
3. Иерархические модели управления сложными системами
4. Стратегическое поведение, целеполагание, планирование действий и взаимодействий в управлении динамикой мультиагентных систем
5. Технологии извлечения, представления и обработки знаний в управлении
6. Обучающие системы
7. Когнитивные технологии в управлении

IV. Управление в промышленности, транспорте и логистикой

1. Управление технологическими процессами
2. Управление предприятиями и жизненным циклом
3. Системы логического управления
4. Управление транспортно-логистическими системами
5. Управление сетевыми инфраструктурными системами
6. Управление в энергетике

V. Управление системами междисциплинарной природы

1. Управление социально-экономическими системами
2. Управление медико-биологическими системами
3. Управление организационными структурами, проектами и программами
4. Управление развитием крупномасштабных систем
5. Эргатические системы в управлении. Человеко-машинный интерфейс
6. Управление эколого-экономическими системами
7. Управление политическими и социальными системами
8. Управление инновациями

VI. Средства измерения, вычислений и контроля в управлении

1. Технические средства измерения, преобразования и контроля в управлении
2. Вычислительные средства управления
3. Коммуникационно-сетевое управление в условиях ограничений на пропускные способности и вычислительные мощности
4. Архитектуры интеллектуальных и сетевых систем управления
5. Управление, оптимизация и самоорганизация в сетцентрических системах
6. Интеллектуальная реконфигурация вычислительных систем в многорежимных процессах управления
7. Встраиваемые системы управления
8. Надежность и техническая диагностика
9. Параллельные вычисления и задачи управления

VII. Системный анализ и принятие решений в задачах управления

1. Философия и методология управления
2. Системный анализ и управление
3. Теория игр, теория выбора и теория принятия решений в задачах управления
4. Системы распознавания и анализа данных. Экспертные оценки
5. Управление безопасностью сложных систем

VIII. Информационные технологии в управлении

1. Вычислительные системы и сетевые технологии в управлении
2. Автоматизированное проектирование
3. Программные мультиагентные системы и технологии
4. Имитационные модели управления сложными системами
5. Гео- и аэрокосмические информационные технологии в управлении
6. Проблемы информационной безопасности в управлении

IX. Проблемы образования в области управления: современное содержание и технологии обучения

Программный комитет

Васильев С.Н., Фортов В.Е. – сопредседатели

Абрамов О.В., Абрамов С.М., Алескеров Ф.Т., Аншаков Г.П., Аргучинцев А.И., Арлазаров В.Л., Артамонов Е.И., Ахметзянов А.В., Бабаян Р.Р., Барабанов И.Н. - ученый секретарь, Бахтадзе Н.Н., Болотник Н.Н., Бурков В.Н., Бычков И.В., Васильев В.И., Величенко В.В., Виттих В.А.,

Вишневецкий В.М., Воропай Н.И., Ганиев Р.Ф., Городецкий В.И., Гурман В.И., Дегтярев Г.Л., Диев В.С., Дорофеев А.А., Дружинин Э.И., Емельянов С.В., Журавлев Ю.И., Ильин В.А., Ильясов Б.Г., Ицкович Э.Л., Желтов С.Ю., Золотухин Ю.Н., Каляев И.А., Кириллова Ф.М., Киселев Л.В., Клецев А.С., Климов Д.М., Ключев В.В., Кнеллер В.Ю., Козлов В.В., Козлов Р.И., Колесников В.И., Костюк В.В., Крищенко А.П., Кротов В.Ф., Кряжмский А.В., Кузнецов О.П., Кулешов А.П., Кульба В.В., Кунцевич В.М., Курдюков А.П., Куржанский А.Б., Кушнер А.Г., Лазарев А.А., Липидус В.А., Лебедев В.В., Легостаев В.П., Леонов Г.А., Лотоцкий В.А., Макаров А.А., Макаров В.Л., Маликов А.И., Малинецкий Г.Г., Мандель А.С., Манцивода А.В., Маслов Е.П., Микрин Е.А., Михальский А.И., Наумов Л.А., Небылов А.В., Непейвода Н.Н., Нижегородцев Р.М., Новиков Д.А., Новосельцев В.Н., Осипов Ю.С., Пакшин П.В., Пальчунов Д.Е., Пархоменко П.П., Пашенко Ф.Ф., Петросян Л.А., Пешехонов В.Г., Полетыкин А.Г., Поляк Б.Т., Попков Ю.С., Поспелов И.Г., Пшихопов В.Х., Рапопорт Л.Б., Резчиков А.Ф., Рубинович Е.Я., Рудаков К.В., Рутковский В.Ю., Салуквадзе М.Е., Себряков Г.Г., Сергеев С.В., Соколов Б.В., Соколов И.А., Соловьев В.А., Сомов Е.И., Соркин Л.Р., Степанов О.А., Толстоногов А.А., Тхай В.Н., Ушаков В.Н., Федосов Е.А., Филимонов Н.Б., Фрадков А.Л., Цвиркун А.Д., Чеботарев П.Ю., Ченцов А.Г., Черноусько Ф.Л., Юревич Е.И., Юсупов Р.М., Ядыкин И.Б., Яковенко Г.Н., Якушенко Е.И.

Организационный комитет

Новиков Д.А. (председатель), Барабанов И.Н. (зам. председателя), Бахтадзе Н.Н. (зам. председателя), Мандель А.С. (зам. председателя), Авдеева З.К., Алескерев Ф.Т., Ахметзянов А.В., Бабаян Р.Р., Браништов С.А., Вишневецкий В.М., Грязина Е.Н., Жарко Е.Ф., Журавлева Н.Г., Коргин Н.А., Корепанов В.О., Кузнецов О.П., Кульба В.В., Курдюков А.П., Кушнер А.Г., Лебедев В.Г., Мизякина Е.О., Михальский А.И., Нижегородцев Р.М., Пятницкая М.В., Рубинович Е.Я., Рязанов И.В., Тетяев А.А., Филимонов Н.Б., Цвиркун А.Д., Чернышев К.Р.

Пленарные доклады

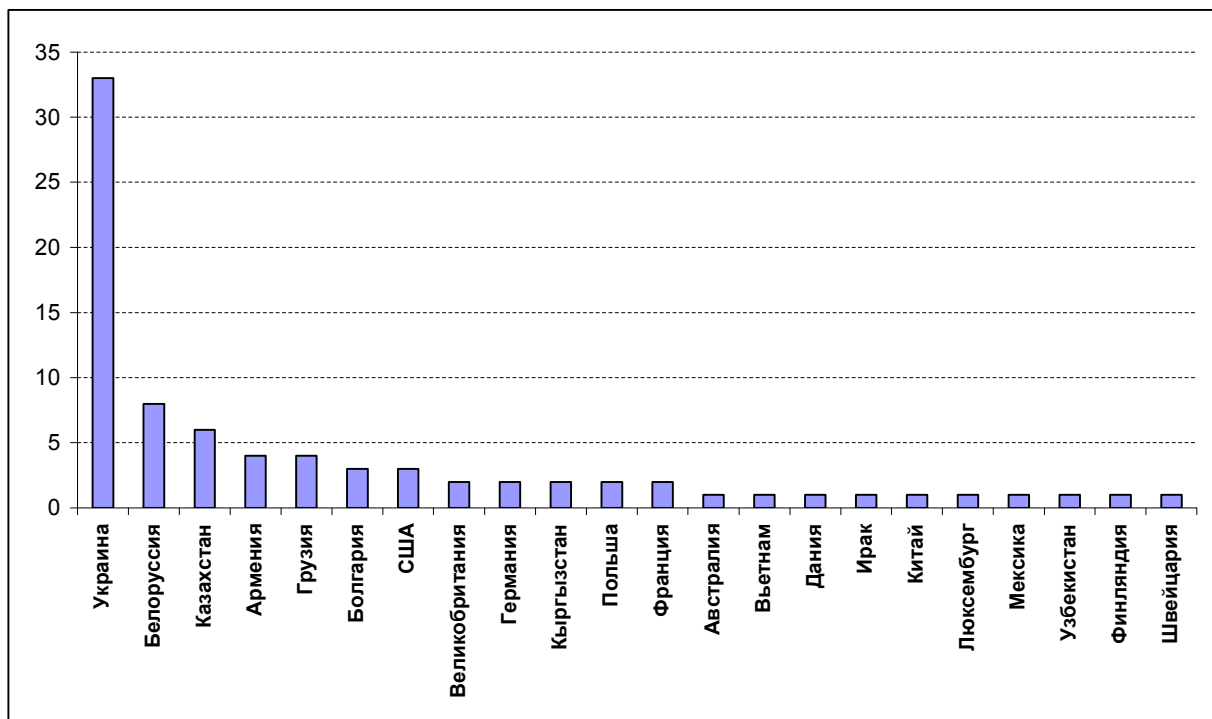
- 1) **Куржанский А. Б.** (академик РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова)
«Текущие задачи динамики и теории управления; мотивации, теория и вычисления. Дорожная карта»
- 2) **Федосов Е. А.** (академик РАН, ГосНИИАС)
«Современные проблемы управления в авионике»
- 3) **Емельянов С. В.** (академик РАН, ИСА РАН)
«Координатно-операторная обратная связь: свойства, особенности, перспективы»
- 4) **Васильев С. Н.** (академик РАН, ИПУ РАН), **Новиков Д. А.** (чл-к РАН, ИПУ РАН)
«Гетерогенные модели управления»
- 5) **Черноусько Ф. Л.** (академик РАН, ИПМехРАН), **Болотник Н. Н.** (чл-к РАН, ИПМех РАН), **Градецкий В. Г.** (д.ф.-м.н., ИПМех РАН)
«Мобильные роботы: проблемы управления и оптимизации движений»
- 6) **Фрадков А. Л.** (д.ф.-м.н., ИПМаш РАН)
«Сетевое управление: проблемы и перспективы»
- 7) **Алескерев Ф. Т.** (д.т.н., ИПУ РАН)
«Процедуры выбора в анализе больших данных»
- 8) **Поляк Б. Т.** (д.т.н., ИПУ РАН)
«Теория линейных систем - по-прежнему источник интересных задач»

Статистические данные

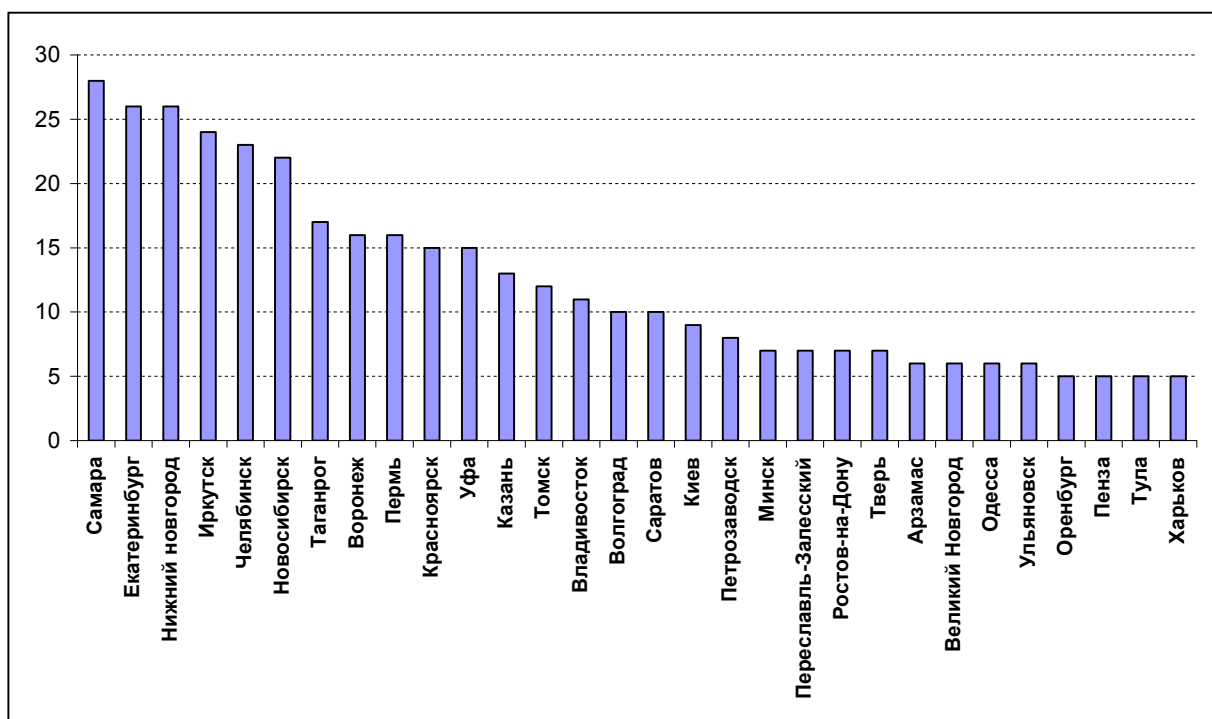
Подано – 1200 докладов; принято – 1070 докладов¹ (отклонены 11%); зарегистрированы – 1723 участника.

Распределение числа докладов по странам представлено на нижеследующей диаграмме (Россия – 995 докладов).

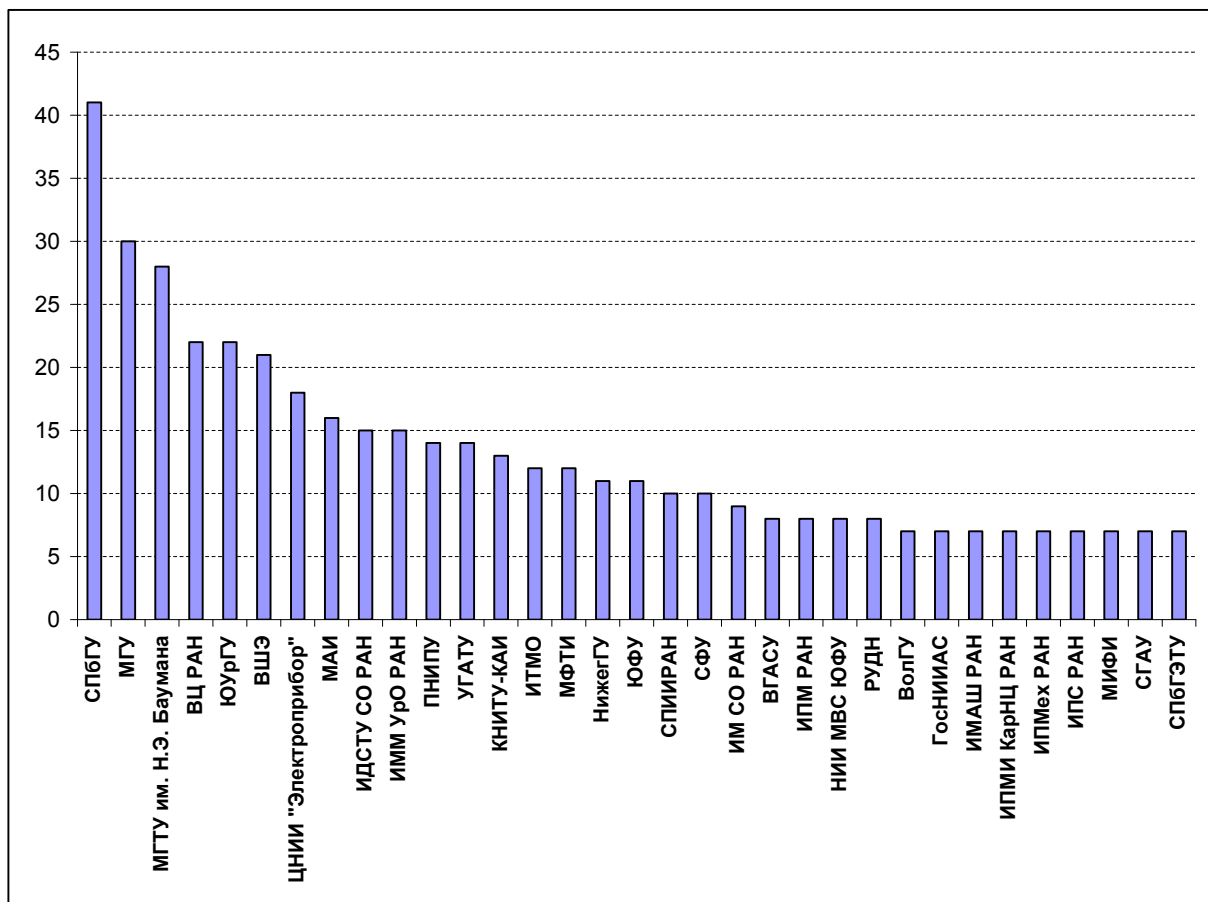
¹ Полный список докладов и их полные тексты можно найти на сайте ВСПУ-2014 vspu2014.ipu.ru



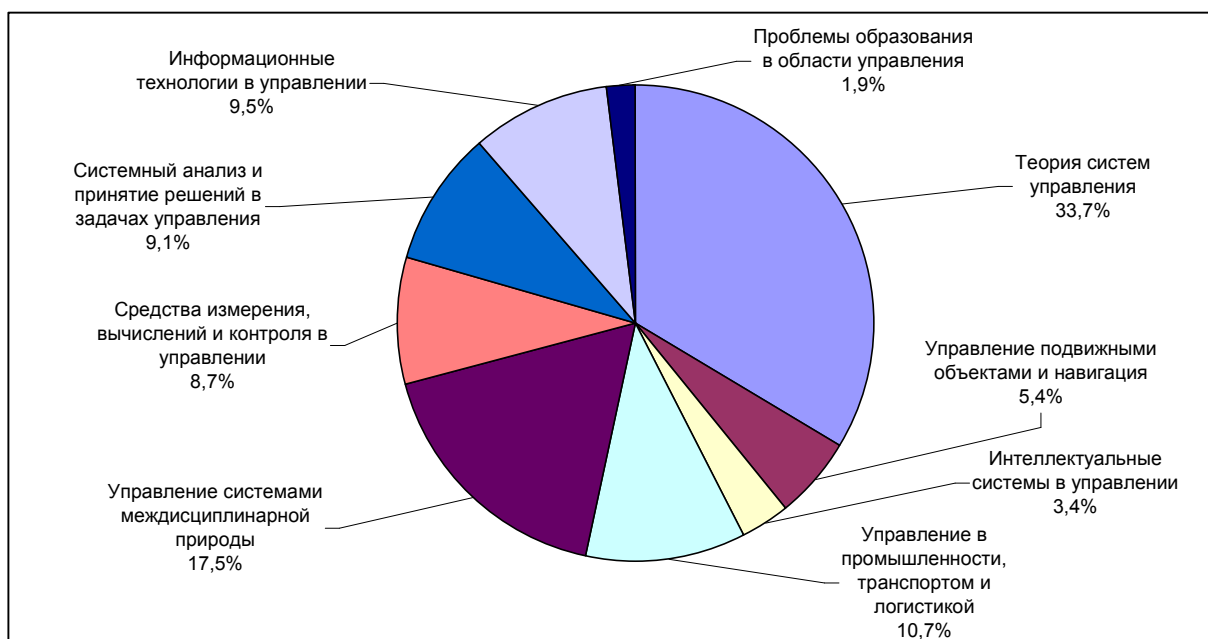
Распределение числа докладов по городам (всего - 129 городов, Москва - 519 докладов, Санкт-Петербург – 97 докладов) представлено на нижеследующей диаграмме.



Распределение числа докладов по организациям (всего – 402 организации; ИПУ РАН - 242 доклада) представлено на нижеследующей диаграмме.



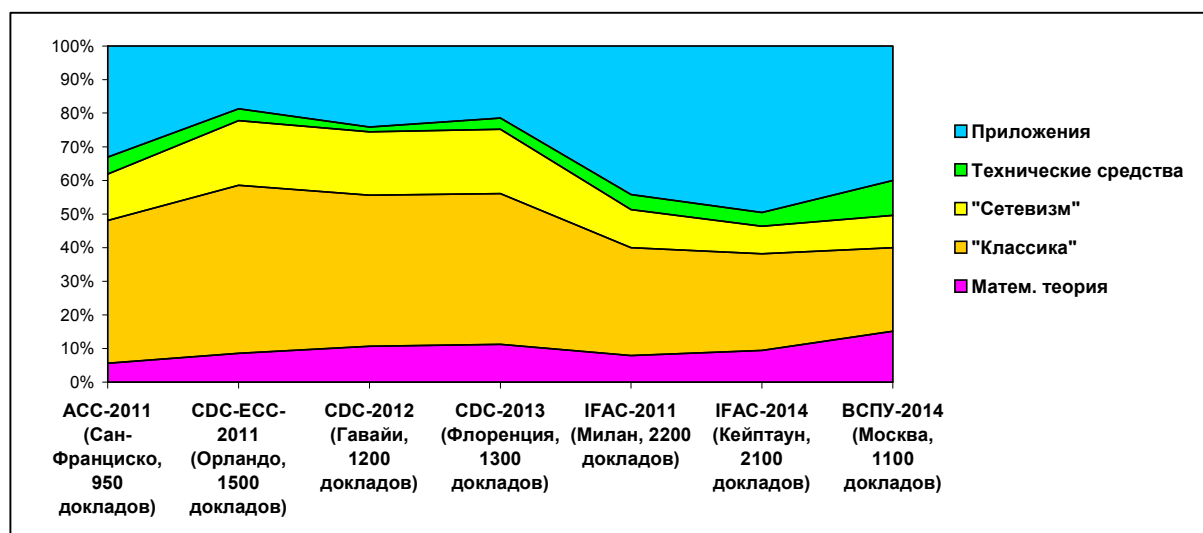
Распределение числа докладов по научным направлениям представлено на нижеследующей диаграмме.



Мировые тренды

Сравнение (экспертно выделялись группы тематик: математическая теория управления, «классика», «сетевизм», технические средства управления, прикладные задачи управления) ведущих мировых конференций по теории управления и ее приложениям (ACC – американская конференция по управлению, CDC – конференция по теории решений и управлению (проводится IEEE), ECC –

европейская конференция по управлению, IFAC – международная федерация по автоматическому управлению (всемирные конгрессы 2011 и 2014 гг.) и ВСПУ-2014 приведен на рисунке:



АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ НАПРАВЛЕНИЙ ВСПУ-2014

I. Теория систем управления (руководитель направления - д.т.н., проф. Б.Т. Поляк)

1) *Общие итоги.* В целом проблемы теории управления привлекли большое количество докладчиков и слушателей. Большинство заседаний (и секционных, и пленарных) проходило при достаточно большом числе слушателей и вызвало оживленные дискуссии. Уровень докладов был различным – от относительно слабых до работ на мировом уровне. Впрочем, более жесткий отбор докладов был бы нецелесообразен – хорошо, что приехали многие участники из регионов, они смогли ознакомиться с уровнем близких работ, завести новые контакты и услышать критику своих работ. На дальнейших Совещаниях планку требовательности можно будет повысить.

2) *О пленарных докладах по направлению.* В целом их подбор был неплохим. Был соблюден баланс между теорией и приложениями, между московскими авторами и представителями других городов. Были представлены современные направления теории и интересные новые приложения. Впрочем, претензии к отдельным докладам высказывались; их можно обсудить отдельно.

3) *По организации Совещания в целом.* Несмотря на уникальный масштаб Совещания, его организация заслуживает высокой оценки. Круглый стол по преподаванию управления вылился в более общую горячую дискуссию и был очень полезен. Было бы полезно ввести некоторые награды Совещания, например, за лучший доклад молодого ученого.

II. Управление подвижными объектами и навигация (руководитель направления - д.т.н., проф. В.Ю. Рутковский)

По данному направлению было проведено одно пленарное заседание, два заседания секции «Управление в авиации и космонавтике» и по одному заседанию секций «Управление морскими подвижными объектами», «Мехатроника, управление и обработка информации в робототехнических системах» и «Навигация подвижных объектов».

В пленарных докладах решены актуальные задачи нелинейной фильтрации, связанные с обработкой навигационной информации при управлении подвижными объектами, получены алгоритмы их решения, основанные на использовании процедур частичного интегрирования по части переменных. Рассматривались вопросы многоцелевого управления морскими объектами, функционирующими в различных режимах плавания. При этом предложена единая структура законов управления с перенастройкой на конкретный режим в зависимости от текущей информации.

Предложена организация управления полетом современных космических аппаратов, в том числе технология управления полетом орбитальных комплексов, сформулированы основные направления развития систем управления полетом перспективных объектов космической техники.

На заседаниях секции «Управление в авиации и космонавтике» рассматривалась проблема синтеза законов управления космическим аппаратом малой тяги при перелетах к точкам либрации L_1 , L_2 системы «Земля - Луна» за наименьшее время; предложен новый метод цифрового управления подвижными объектами для решения задач высокоточного наведения; рассмотрена концепция локально-автономного управления упругими космическими аппаратами, основанная на парциальных моделях движения

космического аппарата, сформулирован принцип затвердевания как общий способ управления упругими космическими аппаратами.

Рассматривались также проблемы управления движением экранопланов, управление полетом квадрокоптера, координированное управление беспилотными летательными аппаратами, принципы и методы терминального управления перспективными средствами выведения, результаты исследования нелинейных колебаний при перезакрутке спутника внутренними моментами, особенности адаптивного управления нежесткими спутниками с активным маховиком и др.

В докладах, заслушанных на заседании *секции «Управление морскими подвижными объектами»*, дан обзор методов оптимизации законов управления подводным объектом в задачах уклонения от обнаружения в конфликтной среде. Под конфликтной средой понимается совокупность других объектов, сближение с которыми нежелательно в ходе выполнения управляемым объектом его основной задачи. Целью управления является минимизация негативного воздействия конфликтующих объектов на управляемый объект путем выбора маршрута и параметров движения последнего.

Рассмотрены методические основы теории управления движением морских подводных объектов в вертикальной плоскости в режиме «без хода». Синтезировано сетевое автоматизированное управление балластом в однородной и неоднородной морской среде.

Рассмотрены также вопросы группового поведения необитаемых подводных аппаратов с изменяемой геометрией корпуса, выполняющих заданные функции с учетом взаимной координации траекторий и синхронизации процессов в группе аппаратов; приводится решение задачи оптимизации поиска движущегося объекта на основе имитационных моделей фоновых аномалий, глубинного и поверхностного следов; синтезированы алгоритмы джойстиковой системы управления подвижными объектами; решена задача определения управления, при реализации которого корабль проходит через заданные точки на водной поверхности.

В докладах *секции «Мехатроника, управление и обработка информации в робототехнических системах»* рассмотрены вычислительные процедуры в структуре алгоритмов нечетко-логических выводов, приводящие к нарушению свойств аддитивности мехатронных систем, работающих на основе нечеткой логики. Предложен подход, основанный на мягких вычислениях, позволяющих бороться с этим недостатком. Рассмотрены также динамические свойства и задачи управления движением автономных необитаемых подводных аппаратов в зависимости от их конструктивных особенностей и назначения на основе реконфигурируемой динамики модели.

Обсуждался новый подход к решению основной задачи управления свободнолетающим космическим манипуляционным роботом. Предложена методика построения рабочей зоны робота и решается задача формирования алгоритма управления установкой груза в заданной точке инерциального пространства.

Рассматривались задачи использования интеллектуальных обратных связей в режимах самообучения автономных роботов, проблемно-ориентированные модели динамики и управления движением автономных подводных роботов; перспективы применения, принципы построения и проблемы разработки мультиагентных робототехнических систем и др.

В докладах на заседании *секции «Навигация подвижных объектов»* обсуждались задачи точности оценивания параметров случайных процессов при обработке навигационной информации, задачи астроинерциальной навигации информационных спутников. Рассматривались задачи управления при планировании автономных полетных заданий в случае использования оптико-электронных камер и радиолокаторов, позволяющих определять ориентацию аппарата и осуществлять принятие решений его системой управления при отсутствии связи с наземной станцией управления в условиях неопределенности и противодействия. Приведен краткий обзор результатов решения этих задач и предложены новые подходы к синтезу управления наблюдениями при реализации автономных полетов в условиях внешних возмущений и ошибок измерений.

Теоретический уровень статей по тематике, связанной с управлением подвижными объектами, соответствует мировому. Однако количество статей, в которых были бы отражены результаты реального использования последних достижений в теории управления при создании новых типов подвижных аппаратов и их систем управления, было чрезвычайно малым. Очевидно, это объясняется тем, что в нашей стране в последние годы интерес к исследованию космического пространства резко снизился.

Основные тенденции и перспективы развития направления. За рубежом в настоящее время активно ведутся работы по созданию космических аппаратов для изучения Земли, ближних и дальних планет Солнечной системы. В связи с этим активно развивается теория автономного управления группировками подвижных объектов (малых спутников, мобильных роботов, морских аппаратов, беспилотных летательных аппаратов), теория и методы управления свободно летающими космическими роботами, предназначенными для обслуживания пилотируемых космических станций и сборки больших космических конструкций, активно развивается теория оптимальных и адаптивных систем управления, в

том числе подвижными объектами, теория и методы обработки информации в навигационных системах при наличии шумов и неопределенности.

III. Интеллектуальные системы в управлении (руководитель направления - д.т.н., проф. О.П. Кузнецов)

Доклады по направлению «Интеллектуальные системы в управлении» были разбиты на три секции: «Роботы, интеллектуальные системы», «Когнитивные технологии в управлении» и Пленарная секция.

В секции «Роботы, интеллектуальные системы» были представлены доклады разнообразной тематики, в основном прикладной: многоагентные системы, методы настройки нейронных сетей, управление роботами, речевой интерфейс. Теоретический интерес представили только работы по использованию метода позитивно-образованных формул для управления группой автономных подводных роботов» и по построению ресурсных сетей с произвольным множеством аттракторов.

Секция «Когнитивные технологии в управлении», напротив, отличалась определенным тематическим единством. В ней были представлены работы в области когнитивного анализа ситуаций, основанные на когнитивных картах. Рассматривались вопросы визуализации и верификации когнитивных карт, различные модели когнитивных карт: нечеткие, нелинейные, семиотические когнитивные карты и др.

На пленарной секции было прочитано 6 докладов по разным аспектам интеллектуальных систем: когнитивный анализ ситуаций, интеллектуализация управления летательными аппаратами, управление группами автономных подводных роботов, сетевые модели в искусственном интеллекте, построение экспертных систем.

С одной стороны, на Совещании был представлен ряд работ, сравнимых с мировым уровнем. Среди прикладных работ мирового уровня – работы по интеллектуализации управления летательными аппаратами, управлению группами автономных подводных роботов, некоторые работы по применению когнитивных технологий (в частности, для анализа борьбы с наркотрафиком). В качестве теоретических работ, сравнимых с мировым уровнем, следует отметить работы по применению сетевых методов в искусственном интеллекте и других когнитивных науках, применению методов логического вывода на основе позитивно-образованных формул для управления роботами, верификации когнитивных карт. Тематика этих работ в значительной степени отражает основные тенденции в развитии интеллектуальных методов и систем.

С другой стороны, опыт последних больших конференций по управлению (в частности, п. Дивноморское 2009, 2011, 2013 гг.) показывает, что корпус докладов, представленных на этих конференциях, не дает адекватного представления о состоянии дел в российском искусственном интеллекте, а их средний уровень существенно ниже специализированных научных мероприятий – таких, как Национальные конференции по искусственному интеллекту, Поспеловские чтения, конференция OSTIS в Минске, конференция CASC в рамках мультikonференции «Управление большими системами» и др. Многие ведущие российские исследователи искусственного интеллекта игнорируют большие конференции по управлению.

На наш взгляд, причина этого – следующая. Не секрет, что все научные работники (будь то РАН или вузы) ограничены в командировочных средствах. Более того, даже при их наличии любая командировка оплачивается в значительной степени из личных денег сотрудника, поскольку 100 руб. суточных и лимит 550 руб. в день на проживание покрывают в лучшем случае треть реальных расходов. Поэтому приходится выбирать между различными конференциями, и большинство ведущих исследователей выбирают специализированные мероприятия, предпочитая обсуждать свои результаты в своем сравнительно узком (но и более компетентном) кругу. По крайней мере, в российском искусственном интеллекте ситуация именно такова.

IV. Управление в промышленности, транспорте и логистикой (руководитель направления - д.т.н., проф. Н.Н. Бахтадзе)

Выступления по данному направлению были структурированы в соответствии со следующими темами:

- 1) Управление технологическими процессами;
- 2) Управление предприятиями и жизненным циклом;
- 3) Системы логического управления;
- 4) Управление транспортно-логистическими системами;
- 5) Управление сетевыми инфраструктурными системами;
- 6) Управление в энергетике.

Общее впечатление организаторов и участников: доклады, представленные по данной тематике, отличаются актуальностью и высоким научно-техническим уровнем проведенных исследований, четким изложением материала и – что отличает данное направление ВСПУ – существенными научно-практическими результатами. Практически во всех докладах приводится анализ известных методов решения исследуемого круга задач, выявляются особенности промышленных, энергетических и

транспортных объектов как объектов управления. Рассмотрены разнообразные направления развития исследований, более адекватно учитывающих характер исследуемых процессов. Насколько позволяет судить опыт проведения ИПУ РАН конференций IFAC по данному профилю в 2009 и 2013 гг., а также опыт участия в работе многочисленных конференций IFAC, IEEE и других, уровень представленных результатов исследований вполне сопоставим с международным.

Наблюдается довольно отчетливая тенденция конвергенции методов теории управления производственными процессами с методами искусственного интеллекта. Это можно отнести как к интегрированным системам управления производством и их жизненным циклом, так и к специализированным системам управления на разных уровнях процесса производства. Под интеллектуализацией управления сегодня понимают процесс повышения степени автоматизации и расширения сферы автоматизации в совокупности с обеспечением гарантированного качества управления, в том числе, по критериям экономичности, надежности, живучести и т.д.

При этом повышение «интеллектуального уровня» систем управления производством интерпретируется как проблема управления сложной многомерной динамической системой, подверженной разнообразным возмущениям. Выявляются основные тенденции в области интегрированного многоуровневого управления современным производством. Обосновывается вывод о необходимости повышения «интеллектуального уровня» автоматизированных систем путем формирования единого пространства управления производством – на основе единого информационного пространства (предприятия, холдинга сети управляемых мультимодальных субъектов), где различные подсистемы связаны общей целью повышения экономических показателей при соблюдении технологических и ресурсных ограничений.

Наряду с этим, обосновывается целесообразность разработки моделирующих комплексов технологических процессов с интеллектуальным идентификатором, позволяющих осуществлять в реальном времени учет и анализ как априорной информации об особенностях текущей производственной ситуации, так и не моделируемой внутренней динамики исследуемых процессов и объектов. Такой подход повышает эффективность моделей в системах поддержки принятия решений и системах автоматизированного управления. Весьма перспективной представляется методология использования систем имитационного моделирования (например, тренажерных комплексов) в системах реального управления производством – при формировании поддержки принятия управленческих решений. Представлена концептуальная схема информационно-управляющей системы с идентификатором в цепи обратной связи.

Уделяется первоочередное внимание разработке моделей и методов управления на всех уровнях производственного процесса – от процессов управления проектированием, АСУ ТП, оперативным управлением производством и производственным планированием – до управления ресурсами и сбытом. Представляет научный и методологический интерес разработка исследовательской схемы для формирования решений по управлению в нештатных (аварийных) ситуациях в технологических процессах нефтегазовой отрасли. На основе системного анализа определяются условия, при которых возможны фазовые переходы, ведущие к нежелательным последствиям при отклонении от номинального режима. Представляется оригинальным интегрированный метод интеллектуального управления состоянием техногенных объектов, базирующийся на комплексе методов аналитической и непараметрической идентификации, а также совокупности агрегированных и мультиграфовых моделей. Также представляется актуальной разработка модели, интерпретирующей дискретно-непрерывный характер процессов в неоднородной пространственно-временной среде горного производства. С позиций повышения качества управления интересен новый принцип управления охлаждением металла в автоматизированном комплексе для прокатки толстых листов, в основе которого – функциональная схема управления роликовым охлаждением листа, к несомненным преимуществам которой относится возможность непосредственного измерения параметров процесса в зоне теплосъема и высокая экологичность процесса.

Представлены также методы, относящиеся к традиционным интеллектуальным: методы разработки нейросетевых контроллеров для управления скоростью асинхронного двигателя. Рассмотрены также «муравьиные» алгоритмы построения управляющего конечного автомата. На примере управления дверьми лифта показано, что муравьиный алгоритм строит конечный автомат в два-три раза быстрее генетического.

С позиций практической актуальности, можно выделить представленную методику проектирования типовых систем автоматизированного дозирования (САД) клеевых составов для сборочных производств с клеевыми соединениями, в соответствии с которой, в зависимости от сочетания указанных в техническом задании основных параметров исходных данных (условия отверждения клеевого соединения, его вязкости и диапазона дозирования), проводится выбор типовой схемы САД. Также значимой в прикладном аспекте представляется методика оперативного управления состоянием авиационной техники, основанная на обработке данных, собираемых в непрерывном режиме на основе

анализа специфических особенностей задачи: управляемого субъекта, связей параметров, переменных и ограничений.

В докладах, посвященных методам управления и моделированию объектов в энергетике, можно отметить методы автоматизированной разработки баз данных, входящих в программное обеспечение системы верхнего (блочного) уровня АСУ ТП АЭС, а также методы интеграции баз данных систем верхнего и нижнего уровня АСУ ТП АЭС.

Представлены также принципы управления, отличающиеся от принятых традиционно при разработке систем управления и защиты (СУЗ) нейтронной мощностью ядерного реактора. Новая структура системы управления позволит защитить реактор от выхода нейтронной мощности на мгновенную критичность и создаст благоприятные условия для уменьшения неравномерности поля энерговыделения. Вводимая реактивность не сможет достигнуть критического значения вследствие введенного в схему ограничителя, препятствующего извлечению РКС из активной зоны. Из-за наличия такого ограничения, ни сбой аппаратуры, ни ошибки персонала не смогут создать условия, при которых вводимая реактивность станет опасной. Представляют интерес методы оценки энергетической эффективности применения нейросетевого оптимизатора при решении задач управления нагревательными объектами. Актуальным является подход к решению задачи стабилизации вертикального смещения и тока и формы плазмы в токамаках, в качестве содержательной приведена проблема синтеза стабилизации плазмы для реактора-токамака ITER-FEAT. Сформированы законы управления, стабилизирующие вертикальное смещение и форму плазмы, для чего применены методы Н-теории для работы с SISO и MIMO-объектами.

Подробно и основательно о перспективах и новых подходах к управлению в электроэнергетике говорилось в пленарном докладе И.Б. Ядыкина. Подчеркивалась важность интеллектуальных подходов к управлению, в частности, мультиагентного, с позиций повышения устойчивости и энергоэффективности.

Представлены интеллектуальные методы надежной эксплуатации крупных объединенных энергосистем на основе анализа поведения системы в нештатных и аварийных условиях. Предложена система, состоящая из двух основных частей: нейросетевой предупредительной системы оценки режимной надежности для раннего выявления предаварийных состояний в энергосистеме, и мультиагентной автоматики для предотвращения лавины напряжения.

Представлен оригинальный подход к разработке электродинамической модели ветроэнергетической установки (ВЭУ). Аэродинамическое воздействие на турбину моделируется с применением нелинейной функции, зависящей от угловой скорости турбины. Для расчетов используется аппроксимация такой функции, полученная на основе экспериментальной идентификации. Предложен алгоритм управления, позволяющий перевести систему на программный рабочий режим из любого начального состояния.

Представлены методы поддержки процессов энергоменеджмента в наиболее энергоемких отраслях и технологиях, включая инфраструктурные сетевые объекты. Описываются некоторые задачи из региональных программ по повышению энергоэффективности и энергосбережения, модели и методы снижения потерь энергии в сетевых структурах и затрат на их содержание (ремонт).

V. Управление системами междисциплинарной природы (руководитель направления – чл.-корр. РАН Д.А. Новиков)

Тематика докладов направления (одно пленарное и 15 секционных заседаний) была чрезвычайно широкой и охватывала проблемы управления системами самой раной природы: организационно-технические, эргатические, экономические, эколого-экономические, финансовые, политические, медико-биологические, социальные и другие системы.

В последние годы все более распространенными становятся так называемые «гетерогенные» системы управления, основывающиеся на разнородности математического описания отдельных подсистем, в частности, типа шкалы времени, в которой функционирует подсистема, разнотипности языка описания отдельных закономерностей, присущих объекту управления и т.д. Термин «гетерогенность» часто используется и для обозначения сложности, проявляющейся в разнородности, распределенности, иерархичности объекта управления и управляющей системы. Более половины пленарных докладов направления были, в той или иной степени, посвящены гетерогенным моделям.

С другой стороны, вот уже полтора десятилетия развитие теории управления стимулируют тенденции «миниатюризации», «децентрализации» и «интеллектуализации» систем, которые состоят из большого числа взаимодействующих между собой автономных агентов технической, социальной или информационной природы. Такие свойства мультиагентных систем (МАС) как децентрализованность взаимодействия и множественность агентов, с одной стороны, дают их качественно новые эмерджентные свойства (автономность, меньшая уязвимость к неблагоприятным воздействиям и др.), важные во многих приложениях.

Тенденцией, зародившейся в 70-е гг. XX века и яркой в последние годы, является переход от централизованного управления, когда одна управляющая система управляла каждым из управляемых объектов – агентов, включая попарные взаимодействия между ними, к, сначала, децентрализации

системы управления (над сетью взаимодействующих агентов надстраивается сеть управления), а затем к осуществлению коммуникаций между управляющими системами и агентами через сеть (отдельной задачей при этом является управление этой сетью). Таким образом, «сетевизм» на сегодня имеет место и в объекте управления, и в системе управления, и во взаимодействии между ними. Более того, зачастую система управления оказывается «погруженной» в объект управления, в результате получается единая (быть может, с внутренней иерархической структурой) сеть взаимодействующих агентов.

Одной из современных тенденций и теории мультиагентных систем, и теории игр, и искусственного интеллекта (последние два научных направления ориентированы на верхние уровни архитектуры агента) является стремление к их интеграции. При этом теория игр (в рамках так называемой алгоритмической теории игр) движется «сверху вниз» – от единого описания игры к его децентрализации и исследованию возможности автономной реализации механизмов поведения и реализации равновесий. А теория МАС, двигаясь «снизу вверх», то есть параллельным, но в силу локализации научных сообществ – не совпадающим путем, стремится все больше учитывать стратегическое поведение, а также вырабатывать типовые тестовые задачи и сценарии. Необходимость последних обусловлена тем, что в большинстве случаев на тактическом уровне используются те или иные эвристические алгоритмы (число которых в силу популярности мультиагентной тематики растет очень быстро), которые нужно уметь сравнивать между собой по сложности, эффективности и т.д. Таким образом, иерархичность структуры агента и разнообразие решаемых на каждом из уровней задач требуют использования иерархии различных (гетерогенных) моделей, взаимосвязанных между собой.

Отмеченные тенденции «гетерогенности» ярко проявляются во всем мире, но не всегда находят пропорциональное отражение в интересах российских специалистов по управлению. В качестве другой отрицательной тенденции можно привести «самоизоляцию» отдельных научных школ. С этой точки зрения масштабные национальные конференции по проблемам управления могут служить площадкой коммуникаций и инструментом помощи отдельным (особенно – молодым) исследователям во встраивании в мировую науку, отслеживании ее динамично изменяющихся приоритетов.

С точки зрения приложений (к сожалению, не все докладываемые результаты, имеющие прозрачные и перспективные приложения, доведены до таковых) следует отметить, что наблюдается смещение акцентов с традиционных задач управления производством и телекоммуникациями в сторону энергетики и биомедицинских приложений.

В качестве проблем и перспектив, помимо вышеупомянутых междисциплинарности, сетевизма и иерархичности, можно отметить еще ряд тенденций. Достаточно часто, и чем дальше, тем, наверное, чаще происходит использование концепции ограниченной рациональности – в отсутствии времени, возможности или необходимости вместо оптимальных ищутся (зачастую, эвристически) и используются допустимые псевдо-оптимальные управления. Назревает переход от так называемой парадигмы «си в кубе», когда совместно решаются задачи управления, вычисления и связи, к концепции «си в пятой», когда упомянутые задачи должны решаться в комплексе с учетом стоимостных (в широком смысле) аспектов на протяжении всего жизненного цикла рассматриваемой системы, включая, например, этап проектирования управляющей системы.

И, наконец, для гетерогенных, иерархических моделей можно выделить следующие общие классы проблем. Во-первых, для моделей каждого из уровней возникают собственные, присущие используемому в них математическому аппарату, сложности. Во-вторых, при «сшивании» моделей их комплекс наследует все отрицательные свойства каждой из компонент. Например, если хотя бы одна из моделей в «цепочке» не допускает аналитического исследования, то и вся цепочка обречена на имитационное моделирование. Темп вычислений будет соответствовать наихудшему из результатов по уровням. Возникает необходимость оценок сравнительной эффективности решений агрегированных задач. И т.д. В целом же, можно уверенно прогнозировать смещение в теории и практике управления акцентов от иерархий и сетей – к гетерогенным иерархиям сетей и сетям иерархий.

VI. Средства измерения, вычислений и контроля в управлении (руководитель направления - д.т.н., проф. М.Ф. Каравай)

Из 9 предварительно установленных тематических подсекций VI-го направления доклады (всего 89) поступили в основном по пяти разделам. По разделам:

- коммуникационно-сетевое управление в условиях ограничений на пропускную способность и на вычислительные мощности;
- управление, оптимизация и самоорганизация в сетевых системах;
- интеллектуальная реконфигурация вычислительных систем в многорежимных процессах управления;
- параллельные вычисления и задачи управления

Пленарное заседание (5 докладов) прошло успешно, это выразили все участники, отметив хороший уровень докладов.

В целом следует выделить доклады, в которых обсуждались новые направления измерений для преобразователей с гигантским магнитосопротивлением, с контролем на основе инфракрасного излучения, радиочастотные датчики уровнемеров, методы бортовых летных измерений физических полей Земли при близко-дистанционном зондировании, исследования доменных границ для новых элементов памяти, по управлению структурой динамических систем с целью существенного улучшения их диагностических способностей.

На подсекции «Сетевые системы в управлении» заслушано 14 докладов из 18 запланированных. Многие доклады вызвали оживленную дискуссию. Среди сетевых проблем следует отметить различное понимание смысла сетецентризма, но отрадно, что в ведущем докладе Будко П.А. «Принципы организации единого информационно-управляющего пространства морской компоненты ВС РФ» прозвучали те основные моменты создания сетецентрических систем, которые уже несколько лет развиваются в ИПУ РАН. Активно обсуждались проблемы распознавания речи с целью голосового управления, здесь еще много проблем борьбы с помехами и искажениями.

На подсекции «Встраиваемые системы» заслушано 9 докладов из 12 запланированных. Обсуждаемые вопросы, как и следовало ожидать, имели очень разнообразный характер. Но из новых тематик, следует отметить проблемы мехатроники, в т.ч. симбиоза микроэлектроники и микромеханики, доложенные коллективом авторов (Смирнов Ю.С. и др.) на примере преобразователя перемещений. Это одно из перспективных направлений в создании микроминиатюрных устройств управления.

VII. Системный анализ и принятие решений в задачах управления (руководитель направления – д.т.н., проф. Ф.Т. Алескеров)

Заседание направления «Системный анализ и принятие решений» проходило в нескольких секциях:

- принятие решений в чрезвычайных ситуациях, безопасность и риск;
- методы интеллектуального анализа данных, экспертизы и экспертных оценок в задачах управления;
- методы принятия решений: приложения;
- модели и системы поддержки принятия решений;
- игровые модели;
- методология принятия решений и управления.

Кроме того, было предусмотрено пленарное заседание этого направления, на котором были заслушаны несколько докладов.

Пленарные доклады. В докладе А.А. Васина (МГУ) рассматривались модели подавления коррупции, которые разрабатывались коллективом под руководством автора уже более 5 лет. Используя теоретико-игровые модели, автор показывает, как надо ограничивать проверки контролирующих органов, чтобы минимизировать вероятность коррупции в этих органах. Эти модели должны привлечь самое пристальное внимание госорганов. Можно рекомендовать их постепенное внедрение в практику.

Доклад В.В. Токарева (ИСА РАН) представлял собой обзор работ автора по применению игровых моделей при проведении международных переговоров, в частности, переговоров о сокращении вооружений. Рассматривается многоэтапный процесс переговоров и вводится неопределенность цели развития. Для получения вероятностных прогнозов привлекаются эксперты и предлагается процедура коррекции экспертных оценок.

В докладе В.В. Подиновского и др. (НИУ ВШЭ, ИАП РАН, ИНАШ РАН, Мак Кинзи и Ко) дан обзор современного состояния проблемы теории важности критериев в многокритериальных задачах. Описаны модели качественной и количественной важности однородных критериев определенных на дискретной порядковой шкале или шкале первой порядковой метрики.

В докладе А.Е. Лепского (НИУ ВШЭ) был представлен обзор современных вероятностных распределений. Эти задачи имеют важное значение для агрегирования и ранжирования объектов, описываемых в виде функций распределения. Примером может служить ранжирование ВУЗов на основе функций распределений (гистограмм) оценок принятых студентов.

В докладе Л.А. Петросяна (СПбГУ) рассмотрен новый класс задач, относящихся к т.н. динамическим сетевым играм. Здесь предполагается, что на начальном шаге игры формируется сеть, далее игроки взаимодействуют только с теми, с кем они связаны сетью, и для игрока с небольшим числом связей есть вероятность выхода из сети. Исследована устойчивость во времени вектора Шепли и дан алгоритм распределения дележа.

В секции «Принятие решений в чрезвычайных ситуациях, безопасность и риск» было представлено 11 докладов. Ряд докладов был посвящен когнитивному моделированию регионального развития, в том числе, регионов, включающих несколько стран (доклад В.Н. Гореловой и Г.В. Рябцева о геополитической зоне Черноморье-Каспий-Кавказ; доклады А.В. Маслбоева и С.Ю. Яковлева о безопасности Арктического региона) или одну страну (доклад З. Гаситашвили и др. о Грузии).

В докладе В.Д. Шарова излагались принципы построения трех систем управления риском, являющихся основой системы управления безопасностью полетов в авиакомпаниях.

В нескольких докладах описывались модели управления ЧС в различных случаях. В докладе А.Н. Ермакова и др. предложены теоретические модели улучшения сходимости коллективного принятия решений при ЧС на железной дороге. В докладе Н.В. Кондратьевой предложена концепция трехуровневой информационной системы управления эвакуацией при пожаре в аэропорте, что позволяет выбирать оптимальный путь эвакуации, а также обеспечивать информационную поддержку эвакуируемых людей и техническую поддержку в ходе эвакуации.

В докладе В.А. Минаева и др. рассмотрена задача моделирования геодинамической ситуации в районах точечной застройки, что позволяет предложить процедуру принятия управленческих решений при разработке генерального плана застройки территории.

В докладе Н.С. Попова и др. предложена методика проектирования экспертной системы (ЭС) оценки безопасности производственных объектов, базирующаяся на идее фиксации отклонений реальных состояний технологических единиц от нормативных.

В докладе Н.Г. Топольского и др. описаны различные методы обработки массивов данных, описывающих чрезвычайные ситуации.

Доклады секции «Методы интеллектуального анализа данных, экспертизы и экспертных оценок в задачах управления» (всего было представлено 16 докладов) можно условно разделить на следующие направления: методы классификации и их применения, разработка новых информационных технологий для различных приложений, методы анализа данных для финансовых приложений, математические методы анализа сигналов, в частности, речевых.

Доклады по методам классификации. В докладе С.В. Ануловой рассматривалась задача бинарной классификации по случайной неоднородной выборке, для которой было обосновано эффективное применение алгоритма зеркального спуска, причем было показано, что имеет место сходимость оценки параметра классификатора к оптимальному значению и полученная финальная оценка классификатора не уступает финальной оценке по однородной выборке.

В докладе А.А. Дорофеюка и Ю.А. Дорофеюк была поставлена задача комплексного структурно-классификационного анализа, включающего алгоритмы и процедуры предобработки исходного массива сложно организованных данных (в том числе – фильтрацию, статистическую обработку и заполнение пропущенных и недостоверных наблюдений), методы и алгоритмы структуризации набора исходных параметров, характеризующих исследуемую систему (в том числе – формирование интегральных показателей), методы структуризации множества элементов системы (объектов) с помощью алгоритмов автоматической классификации (кластерного анализа).

В докладе Ю.А. Дорофеюк предложен структурный подход к задаче прогнозирования, а именно, предложен метод, позволяющий для каждого объекта исследуемой системы прогнозировать его принадлежность к некоторой структурной единице (классу) в рамках выделенной структуры рассматриваемого множества объектов.

В докладе И.В. Покровской и М.Д. Гольдовской рассмотрены методы покоординатной, спрямляющей и содержательно-экспертной классификации, которые достаточно хорошо поддаются содержательному описанию и интерпретации, а также могут использоваться при анализе слабоформализованных данных.

В докладе С.И. Шарыбина и В.Ю. Столбова разработаны алгоритмы классификации структур, наблюдаемых на шлифах металлов сплавов, а также идентификации параметров этих зерновых структур.

Доклады, включающие разработку новых *информационных приложений*. В докладе В.И. Знака были рассмотрены некоторые возможности адаптации порядковых фильтров к обработке периодических и частотно модулированных сигналов на основе метода статистических испытаний.

В докладе Г.А. Миловского обсуждалась важнейшая задача оптимизации затрат на геолого-разведочные работы. Предлагалось активно использовать методы космического зондирования и геоинформационные технологии, причем указывалось, что наземные геофизические и геологические работы должны проводиться только после завершения обработки результатов дистанционных исследований, обладающих существенно меньшей себестоимостью и наибольшей оперативностью. Положения доклада обосновывались рядом прикладных задач геологоразведки.

В докладе А.В. Лукьянова и др. описан модельный комплекс, используемый для прогнозирования развития энергетики России и регионов при разработке Энергетических стратегий России на период до 2020 и 2030 гг. В моделях реализуются производственные программы отраслей и их компаний и финансовые ресурсы для их реализации. При этом обеспечивается описание взаимосвязанного по годам ближайшего пятнадцатилетнего периода и по пятилеткам (в современном оформлении моделей до 2050 г.) производственного и финансового развития.

Доклад А.А. Мельникова и А.Е. Пойкина был посвящен инновационному развитию России. В нем перечислены основные системные проблемы, которые тормозят такое развитие и предложен ряд мер, в основном, институционального характера, которые могут позволить преодолеть возникающие проблемы.

Группа докладов по *методам анализа данных для финансовых приложений*. В докладе Л.Г. Егоровой предложен совершенно новый подход к анализу принятия решений на бирже и методами имитационного моделирования исследованы, какие стратегии являются менее рискованными.

В докладе Д.С. Сизых проанализировано в динамике поведение акций компаний автомобильной, нефтегазовой и телекоммуникационной отраслей на разных фондовых биржах. Анализ проведен по показателям доходности, риска и стабильности акций, размещенных на разных фондовых биржах. Однако, нельзя согласиться с выводом автора о том, что такая информация позволяет эффективно размещать акции на бирже.

В докладе Д.С. Сизых и А.В. Токмаковой проанализировано влияние различных фондовых бирж на котировки акций одной и той же компании на разных фондовых биржах, а также доходность и риск акций компаний одинаковых по отраслевой принадлежности, разместивших акции, как на бирже своей страны, так и иных стран.

В докладе Н.В. Сизых на примере ведущего российского телекоммуникационного оператора рассматриваются направления оценки стоимости и управления стоимостью компании.

Наконец, доклады, посвященные *математическим методам анализа сигналов*, в частности, речевых, включали следующие доклады.

В докладе Н.А. Первушиной и Д.Е. Доновского рассматривалось применение методов нечеткой логики для обработки результатов измерений, в частности, для сглаживания дискретной последовательности результатов измерений с помощью скользящей кусочно-линейной аппроксимации с адаптацией ширины окна фильтрации на каждом скользящем интервале в зависимости от характера расположения исходных данных.

В докладе Ч.Т. Нгуен и С.Д. Двоенко рассмотрена задача распознавания речевых команд в новой постановке как задача идентификации модели речеобразования с целью адекватного восприятия. Решена задача подстройки под диктора для улучшения распознавания речевых сигналов и задача распознавания речевых команд на фоне шумов.

Доклад А.А. Полкова и Ч.К. До посвящен анализу речевых сигналов. В нем представлен подход к построению аналитической модели речи, основанный на использовании методов адаптивной Калмановской фильтрации.

Секция «Методы принятия решений: приложения» (15 докладов). Часть докладов секции была посвящена задачам построения расписаний и сетевого управления. В докладе Н.И. Блажко изучается задача построения расписания обработки транспортных средств, выполняющих перевозки однородного груза, в системе с накопительным элементом.

В докладе Д. Голенко-Гинзбурга рассмотрена задача управления сетевым проектом со случайными оценками продолжительности составляющих ее операций для случая, когда имеющиеся в распоряжении объекта управления ресурсы характеризуются единым стоимостным эквивалентом. Считается, что продолжительность выполнения операции подчиняется принятому закону распределения параметры которого связаны функциональной зависимостью с выделяемым на проведение этой операции объемом ресурсов.

В докладе Н.Н. Клеванского представлены результаты реализации методов многокритериального, многовекторного и гипервекторного ранжирования в задачах формирования и оптимизации расписаний.

В докладе Н.Н. Клеванского и Н.И. Красникова предложена формализация задачи формирования и оптимизации календарного графика для сетевых моделей исходных требований (заявок), представлены общие подходы и алгоритмы решения задач формирования календарных графиков с использованием методов ранжирования теории принятия решений и представлены результаты формирования календарных графиков.

Медицинские приложения. В докладе В.Е. Букиной построена математическая модель, позволяющая классифицировать вновь пришедшего пациента на основе информации о микроволновой и инфракрасной температуре нижней части голени к одному из классов «Болен», «Норма».

Часть докладов была посвящена *анализу бизнес-процессов* в разных версиях. В докладе А.В. Вайнмахера и Д.С. Шмерлинга рассмотрена возможность разработки приемлемого сценария развития и модернизации РАН при помощи Метода Анализа Иерархий Томаса Саати.

В докладе О.А. Жиркова дано описание практической реализации инвариантной среды поддержки решений в слабоструктурированных проблемных ситуациях – электронный стратегический технотеатр. В качестве приложений описана оценка вариантов развития городской среды на уровне муниципального образования с использованием для визуализации вариантов решений 3D технологии дан анализ развития сценариев ливийского кризиса, где для визуализации используется геоинформационная система.

В докладе В.В. Кондратьева и др. в работе рассматривается задача построения бизнес-архитектур высоких порядков с помощью моделей управления знаниями, онтологических карт и динамических дорожных карт.

Работа Л.А. Исмагиловой и Е.В. Орловой посвящена технология управления эффективностью деятельности производственно-экономических систем, основанная на использовании метода ситуационного сбалансированного управления. Описана концепция моделирования эффективностью производства продукции с учетом стадии ее жизненного цикла, уровня затрат и цен. Использован подход ситуационного сбалансированного управления для корректировки управляемых переменных при эндогенных возмущениях.

В докладе А.К. Соловьева и А.М. Курманова описаны требования, которым должна удовлетворять эффективная пенсионная система страны. Доклад А.М. Раппопорта и Л.С. Гнеденко посвящен задаче построения и анализа систем коммуникаций, допускающих возможность локального обмена данными. Для этого изучаются метрические характеристики графов с двумя доминирующими вершинами. Получены оценки диаметра, границы числа ребер и конфигурация экстремальных графов. В докладе А.Г. Спиро и Н.Е. Киселевой описана методика сегментирования временных рядов с использованием хэш-кодов, получаемых с помощью процедуры хэширования. Методика позволяет сегментировать временной ряд и выделить сегменты, элементы которых обладают заданными свойствами. В докладе С.С. Семенова и А.В. Полтавского дан обзор методов принятия решений, которые описывались в литературе.

Секция «Игровые модели» (13 докладов). В докладе А.В. Мазаловой рассматривается бескоалиционная игра N лиц с ненулевой суммой, связанная с функционированием системы массового обслуживания на графе. Заявки на обслуживание образуют пуассоновский процесс. Решается задача о ценообразовании и определении оптимальной интенсивности в условиях конкуренции. Работа представляется очень важной для реальных сетей.

В докладе А.О. Олейникова рассматривается задача об управлении в случайной среде (также известная как задача о двуруком бандите) в применении к обработке данных. Предложена стратегия, которая применяет различные способы обработки к группам данных на конечном заданном числе этапов. Предложен алгоритм оптимизации размеров групп обрабатываемых данных. Описан способ хранения таких стратегий, предложено несколько способов упрощения стратегий.

Предложенные усовершенствования могут быть полезны для применений задачи о поведении в случайной среде, которые позволяют ввести параллельную обработку, либо для которых переход от одного действия к другому - дорогая операция.

Доклад В.И. Жуковского и др. посвящен исследованию равновесия по Бержу существованию равновесия по Бержу в смешанных стратегиях.

В докладе В.И. Воропаева и Я.Д. Гельруда дан обзор работ авторов по разработке комплекса взаимосвязанных математических моделей, предназначенных для управления проектной деятельностью на всех стадиях с участием различных заинтересованных сторон (заказчика проекта, инвестора, генерального подрядчика, регулирующих органов, руководителя и его команды управления проектом). Использование данных моделей направлено на повышение эффективности деятельности стейкхолдеров, обеспечивает системность, целостность и адекватность принимаемых решений при управлении сложным проектом.

В докладе И.А. Зутлера исследуются взаимоотношения принципал-агент в случае «нерыночных» действий работодателя. Когда принципал должен мотивировать нескольких независимых агентов участвующих в проекте, усилия которых не контролируются, может возникнуть следующий парадокс: если нанято большее количество агентов, чем необходимо для успешного выполнения проекта, каждому из них нужно платить больше, чем среднерыночная зарплата такого агента. То есть принципал потеряет деньги дважды – во-первых, нанимая избыточный персонал и, во-вторых, платя каждому большую зарплату.

В работе А.А. Ивашко и др. рассматривается иерархическая игра, связанная с выбором вуза абитуриентами и, в свою очередь, нахождением оптимальных стратегий вузов в приемной кампании. Найдены оптимальные пороговые стратегии вузов для различных видов распределений балла ЕГЭ абитуриентов. Получены численные результаты оптимальных пороговых стратегий и выигрышей для случая экспоненциального распределения балла ЕГЭ.

Доклад А.С. Беленького посвящен важнейшей проблеме формирования государственно-частного партнерства для выполнения набора крупномасштабных проектов, которые государство не может финансировать (либо полностью, либо частично), в то время как для частного сектора финансирование этих проектов на рыночных условиях не является наилучшим вариантом размещения капитала. Задача отыскания размеров долей дохода от функционирования этих объектов, которые государство может предложить как инвесторам, так и исполнителям включенных в проекты работ, математически формулируется как задача отыскания равновесия в некоторой игре трех лиц, в которой стратегии игроков оказываются связанными. Предлагаются проверяемые достаточные условия равновесия в этой игре, и показывается, что равновесия (в разрешимых играх) могут быть найдены из решения квадратичных оптимизационных задач, для которых известны эффективные методы решения.

В докладе А.Ю. Кондратьева рассматривается теоретико-игровая модель многошаговых сделок между продавцами и покупателями. Предложена модель с бесконечным числом шагов, дисконтированием, уходом совершивших сделку и поступлением новых продавцов и покупателей. Каждый игрок обладает приватной информацией о резервной цене, которую не знает другой игрок. Резервные цены являются случайными величинами с произвольными распределениями вероятностей. Сделка происходит, если предложенная цена покупателя превосходит объявленную цену продавца. Исследуется ситуация на рынке, когда резервные цены участников не меняются от шага к шагу. Найдено равновесие по Нэшу в классах строго возрастающих и пороговых стратегий игроков. Эти модели могут представлять большой интерес для создания механизмов эффективных государственных закупок.

В реальных задачах принятия решений проблема манипулирования со стороны участников, т.е. проблема получения более предпочтительного результата при искажении истинных предпочтений, известна с античных времен. Отчасти проблема манипулирования возникает потому, что широко распространенное правило простого большинства может приводить к выбору альтернатив, которые являются худшими для меньшинства. Каждый год появляются работы, в которых каким-то образом пытаются снизить степень манипулируемости решений. Одной из таких процедур является предложенная Денисом Мюллером в 1977 г. процедура вето-голосования, в которой участники последовательно вычеркивают худшие для себя альтернативы. Процедуры такого рода широко используются при принятии решений в частных компаниях, акционерных обществах и т.п. Именно теоретико-игровому анализу этой процедуры посвящен доклад Н.М. Новиковой и А.К. Машечкина. Следует отметить, что есть достаточно небольшое число работ, посвященных этой модели принятия решений, среди которых можно указать классическую работу Э. Мулена. Но Мулен исследовал задачу в весьма общей постановке, авторы же ставят более узкую, но более важную с прикладной точки зрения задачу, когда один из игроков – лидер – может управлять порядком ходов. В докладе установлены соотношения между условием Холла (существования системы различных представителей подмножеств) и необходимым и достаточным условием наличия в иерархической игре, моделирующей выборы путем открытого последовательного вето-голосования, такого порядка ходов, при котором побеждает выделенный кандидат.

В докладе А.Н. Реттевой исследованы теоретико-игровые модели экологического менеджмента в дискретном времени. В игре участвуют игроки, производящие вылов биоресурсов на конечном промежутке времени и имеющие различные коэффициенты дисконтирования. Предложено использование арбитражного решения Нэша для построения кооперативных стратегий игроков. Исследованы две переговорные схемы: для всего периода продолжения игры и рекурсивная арбитражная процедура. Также рассмотрены модели, в которых игроки имеют не только различные коэффициенты дисконтирования, но и различные времена участия в процессе эксплуатации ресурса. Предложенные модели могут найти приложение в налогообложении рыболовцевких фирм.

В работе М.С. Сандомирской исследуется теоретико-игровая модель многошаговых биржевых торгов с асимметричной информационной структурой, когда на фондовом рынке имеется игрок, обладающий инсайдерской информацией о ликвидной цене рискованного актива. Модель формализуется при помощи повторяющейся игры с неполной информацией.

В двух докладах рассматривались модели дифференциальных игр. В докладе А.С. Банникова и Н.Н. Петрова для линейных нестационарных дифференциальных игр со многими преследователями и многими убегающими получены достаточные условия разрешимости локальной и глобальной задач уклонения. Кроме того, при некотором предположении получены двухсторонние оценки для наименьшего числа убегающих, уклоняющихся от заданного числа преследователей из любых начальных позиций.

В докладе С.В. Пашко рассмотрены игры преследования на плоскости с простым движением, в которых принимают участие несколько преследователей и убегающих. Для захвата целей множество преследователей разбивается на группы, причем для каждого убегающего создается одна группа. В качестве критерия используется время захвата. Доказан ряд теорем об NP-полноте соответствующих алгоритмов.

В секции «Модели и системы поддержки принятия решений» было представлено 10 докладов. В докладе Н.Г. Солдатовой исследовался вопрос о существовании сильно гарантированного результата для трехкритериальной задачи при неопределенности, используя соответствующее решение в иерархической двухуровневой игре. Найден явный вид строго гарантированного решения при линейно-квадратичном виде критерия.

В докладе А.О. Алексеева и И.Е. Алексеева обсуждаются механизмы комплексного оценивания, основанные на матричных свертках и процедурах нечеткого оценивания аргументов свертки и самой свертки. Авторам удалось сделать матричную свертку на непрерывной области определения аргументов монотонной и кусочно-гладкой, что позволяет использовать весь наработанный арсенал методов непрерывной многокритериальной оптимизации.

В докладе В.В. Баранова и В.И. Салыгина рассматривается проблема коллективных решений в корпоративных системах с горизонтально и вертикально-интегрально интегрированной структурой интересов и формируется вычислительная схема построения эффективных компромиссов в таких системах.

В докладе Г.П. Виноградова и В.Н. Кузнецова сформулирована задача генерации альтернатив проекта для слабоструктурированных сред, в которой сочетаются этапы целедолагания и целедостижения, что позволяет использовать представления о предметной области проекта каждого из его участников. Рассматриваемые задачи основаны на нечетких моделях выбора.

Доклад П.И. Падерно и Е.А. Буркова предлагает модификацию метода анализа иерархий, ориентированную на применение в групповых экспертизах. Предложен критерий согласованности парных сравнений, позволяющий учесть различие в уровне компетентности экспертов. Это позволяет выделять группы однородных экспертов. В работе предложены алгоритмы агрегирования матриц парных сравнений.

В докладе А.А. Печникова проводится сравнительный анализ результатов вебметрического ранжирования веб-сайтов учреждений РАН, выполненного в 2013 году в рамках двух исследований: известного проекта испанской группы Cybermetrics Lab и начатого в конце 2012 года проекта группы по вебметрике ИПМИ КарНЦ РАН.

В докладе С.А. Полосинова сформулирована технология построения интегральных критериев оценки эффективности для сложных антропогенных систем. Представлен иерархический подход, заключающийся в поэтапном конструировании критерия. Выделены общие требования к интегральному критерию оценки эффективности, а также принципы свертки критериев оценки эффективности.

В докладе В.Б. Бриткова и А.В. Булычева рассматривается формализация процедур анализа множества моделей и решающих правил в кластеры с представлением интерпретируемых визуальных конструкций оценки точности работы составляющих кластер моделей. На основе разработанной теории построения композиций моделей проведен поиск и построение сценарного развития сложных процессов, определяемых многокритериальными показателями с целью моделирования структурных связей, классификации, прогнозирования в системах различной информационной природы: климатической, социально-экономической и производственной. Следовало бы продолжить исследование этих моделей для того, чтобы убедиться в их работоспособности.

В докладе В.А. Судакова и В.П. Осипова предлагается новый комбинированный метод выявления предпочтений лица, принимающего решения. Он позволяет в едином критериальном пространстве использовать для принятия решений качественные и количественные критерии. Обсуждается процедура дискретизации шкал критериев, позволяющая минимизировать информационные потери.

В докладе С.В. Швыдуна исследуются тридцать различных двухступенчатых процедур выбора. Двухступенчатые процедуры выбора представляют собой суперпозицию двух процедур выбора. Приводится теорема о том, какие нормативные условия выполняются для рассматриваемых двухступенчатых процедур выбора.

В Секции «Методология принятия решений и управления» было представлено 22 доклада от описания даосско-синергетического управления сложными саморазвивающимися системами (доклад В.Э. Войцеховича) до рассказа о мерцающих картин глобального мира, рассматриваемых как искушение и вызов для теорий управления (доклад Ю.Н. Москвича), от истории развития АСУ в СССР в 60-е-70-е гг. XX в. (доклад В.Г. Горохова) до анализа трактовок ключевого понятия «методология» (доклад Ю.В. Сидельникова).

VIII. Информационные технологии в управлении (руководитель направления – д.т.н., проф. В.М. Вишневский)

В рамках направления «Информационные технологии в управлении» было заслушано 108 докладов, которые были распределены по следующим семи секциям.

1) Вычислительные системы и сетевые технологии в управлении (44 доклада, три заседания, председатели секции – В.М. Вишневский, К.Е. Самуйлов).

2) Программные мультиагентные системы и технологии (16 докладов, одно заседание, председатели – П.О. Скобелев, С.А. Косяченко).

3) Проблемы информационной безопасности в управлении (13 докладов, одно заседание, председатели – А.Н. Назаров, В.В. Кульба).

4) Автоматизированное проектирование (16 докладов, одно заседание, председатели – А.В. Толок, А.Н. Феофанов).

5) Имитационные модели управления сложными системами и гео и аэрокосмические информационные технологии в управлении (13 докладов, одно заседание, председатели – С.А. Власов, Н.Б. Кобелев).

По тематике секций были сделаны следующие 6 пленарных докладов, вызвавших большой интерес у участников совещания.

Соколов Б.В., Юсупов Р.М. (Санкт-Петербург) Анализ междисциплинарного взаимодействия современной информатики и кибернетики: теоретические и практические аспекты.

Вишневикий В.М. (Москва) Новое поколение автоматизированных систем управления безопасностью на автодорогах с использованием RFID-технологий и беспроводных сетей передачи мультимедийной информации.

Самуйлов К.Е. (Москва) Актуальные задачи математической теории телетрафика сетей связи последующих поколений (P2P, SIP/IMS, LTE, M2M).

Скобелев П.О. (Самара) Мультиагентные технологии для управления ресурсами в реальном масштабе времени.

Толок А.В. (Москва) Воксельные технологии. Перспективы развития.

Назаров А.Н. (Москва) Впереди глобальная угроза – теневой Интернет.

Тематика пленарных докладов была конкретизирована в секционных докладах, прочитанных ведущими учеными из научно-исследовательских организаций и университетов Москвы, Санкт-Петербурга, Томска, Самары, Казани и других городов. Большинство докладов сделано по актуальным направлениям развития информационных технологий; научно-техническое содержание докладов соответствует мировому уровню, а в некоторых докладах даже превышает его.

Многочисленные дискуссии на пленарных и секционных заседаниях выявили перспективность обсуждаемых направлений информационных технологий, их соответствие мировым тенденциям развития в этой области.

К числу таких тенденций относятся вопросы теоретического и практического исследования информационно-вычислительных сетей нового пятого поколения, в частности, широкополосных беспроводных сетей обработки и трансляции мультимедийной информации. Учитывая быстрый и непрерывный процесс увеличения трафика, количества абонентов и плотности их расположения, была подчеркнута необходимость разработки новых высокоскоростных аппаратно-программных средств, переход от сетей сантиметрового диапазона радиоволн к перспективным сверхвысокоскоростным сетям, функционирующим под управлением протоколов миллиметрового E-диапазона радиоволн. При обсуждении итогов работы направления «Информационные технологии в управлении» была отмечена необходимость развития теоретических и практических работ по проблематике быстро развивающихся в мире мультиагентных систем и технологий, систем автоматизированного проектирования, пакетов программ математического и имитационного моделирования, обеспечивающих ускорение и повышение качества проектирования сложных систем и сетей.

IX. Проблемы образования в области управления: современное содержание и технологии обучения (руководитель направления – д.т.н., проф. П.В. Пакшин)

По направлению «Проблемы образования в области управления» было отобрано 20 докладов. Сопоставим их тематику со сложившимися в настоящее время направлениями на последних симпозиумах IFAC по проблемам образования. Эти направления следующие.

- 1) совершенствование форм обучения и учебных планов;
- 2) новые образовательные технологии и их применение;
- 3) виртуальные и удаленные лаборатории;
- 4) электронные обучающие средства;
- 5) дистанционное обучение;
- 6) централизованные Интернет-ресурсы;
- 7) робототехника в образовании;
- 8) непрерывное образование в промышленности;
- 9) кооперация вузов и промышленных предприятий в образовательных целях;
- 10) использование промышленного оборудования в образовательных целях;
- 11) международные образовательные программы;
- 12) программы обмена студентами и преподавателями;
- 13) исторические, культурные и социальные аспекты инженерного образования.

Из представленных докладов большинство (10) укладываются в рамки направления 1, с подавляющей тенденцией к теоретическому анализу и философскому аспекту этого направления. Некоторые из данной группы докладов (4) затрагивают также социальные аспекты инженерного образования (направление 13). Следующая по количеству группа докладов (7) находится в рамках направления 2 и по одному докладу в рамках направлений 5, 7 и 9. Уровень докладов в целом не ниже представляемых на симпозиумы IFAC по образованию. Что касается тематики и оценки текущего состояния проблемы образования, то по данной весьма небольшой выборке трудно сделать достоверные выводы, если к тому же учесть, что из 10 докладов первого заседания было представлено 6, а из 10 докладов второго заседания было представлено 5.

В то же время явно заметен пробел в направлениях 8, 10-12, т.е. слабыми звеньями представляются вопросы непрерывного образования в промышленности, международная кооперация, включая

программы обмена студентами и преподавателями. Кроме того, остается неясным, насколько эффективно используются централизованные ресурсы Интернет, какое развитие имеют виртуальные и удаленные лаборатории. Эта картина соответствует итогам круглого стола, где мнения о том, умеем ли мы учить современной теории управления, разделились. В то же время на основе сделанного анализа можно наметить следующие точки роста: более интенсивная кооперация вузов между собой, с промышленными предприятиями и с академическими институтами, организация международной кооперации по образованию в области управления.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ НЕКОТОРЫХ СЕКЦИЙ ВСПУ-2014
(всего прошли около 100 секционных заседаний)

Секция «Дифференциально-геометрические методы в теории управления» (руководители – д.ф.-м.н., проф. А.Г. Кушнер, д.ф.-м.н., проф. В.В. Лычагин)

Доклады можно распределить по следующим направлениям:

- геометрия дифференциальных уравнений с управляющими параметрами (9 докладов);
- теория дифференциальных инвариантов (4 доклада);
- геометрическая теория нелинейных дифференциальных уравнений (2 доклада);
- управление ударными волнами (2 доклада);
- оптимальное управление и принцип максимума (3 доклада);
- теория оболочек (1 доклад).

Наиболее важные результаты, которые были представлены в докладах секции:

- Классификация гамильтоновых систем с управляющими параметрами (А.Г. Кушнер, В.В. Лычагин).
- Геометрическое описание метода L-A пары интегрирования нелинейных дифференциальных уравнений (И.С. Красильщик).
- Классификация непрерывных изгибаний поверхности с втулочной связью (В.Т. Фоменко).
- Классификация дифференциальных 1-форм относительно конформных преобразований (Н.Г. Коновенко, В.В. Лычагин).
- Классификация консервативных систем 2-го порядка с управляющим параметром (Д.С. Гриценко).
- Построение разрывных решений эволюционных уравнений (А.В. Самохин и Ю.И. Дементьев, А.А. Горинов)
- Построение наилучших круговых аппроксимаций множеств на плоскости и на сфере (П.Д. Лебедев и А.Л. Казаков).
- Управление нагревом стержня (Э.М. Солнечный).

Оценка уровня представленных результатов и сравнение с мировым уровнем: Доклады носили как теоретический, так и прикладной характер. Практически все доклады содержали новые результаты, которые были представлены очень качественно.

Основные тенденции и перспективы развития направления: на мой взгляд, применение методов дифференциальной геометрии в теории управления очень перспективно. Методы геометрии пространств джетов и теории дифференциальных инвариантов позволяют описывать свойства систем с управляющими параметрами без использования координат. Этому направлению было посвящено большинство докладов.

Секция «Методология принятия решений и управления» (руководители - д.ф.н., проф. В.С. Диев, д.ф.н., проф. В.Е. Лепский)

К наиболее важным результатам представленных на секции докладов следует отнести результаты анализа эволюции представлений об управлении в контексте классической, неклассической и постнеклассической научной рациональности. Аспекты анализа структурированы по уровням: философия науки (типы научной рациональности), методологический (базовые парадигмы, объекты управления и научные подходы, виды активности), теоретический (базовые обеспечивающие области знания), методический (базовые виды, модели, механизмы и технологии управления). Обоснована точка зрения, что перспективы развития проблематики управления неразрывно связаны со становлением научного обеспечения постнеклассической рациональности.

Представленные результаты в методологическом аспекте опережают уровень мировых разработок.

Намечены основные тенденции и перспективные направления развития методологических проблем управления:

- совершенствование и разработка новых подходов к управлению саморазвивающимися средами в контексте постнеклассической научной рациональности;
- разведение проблематики управления в сетевом и средовом подходах, на основе перехода к постнеклассическим представлениям;

- постановка проблемы разработки перспективных направлений этических проблем управления в контексте постнеклассической научной рациональности в парадигме «субъект – метасубъект»;
- обоснование целесообразности становления кибернетики третьего порядка (метасистемных переходов и метасубъектных отношений в саморазвивающихся средах) адекватной постнеклассической научной рациональности.

Секция «Когнитивные технологии в управлении» (руководители – д.т.н., проф. Н.А. Абрамова, д.т.н., проф. Г.В. Горелова)

Тематика докладов секции была достаточно разнообразной. Представленные доклады содержали как новые теоретические результаты в области когнитивного моделирования сложных систем и ситуаций, так и новые практические приложения когнитивных технологий к исследованиям социальных и экономических систем, к исследованиям личности и коллективов.

Наиболее важные результаты. Следует отметить ряд тематик, в которых развивается направление когнитивное моделирование в науках об управлении в последнее время. Это, во-первых, разработка методов визуального анализа когнитивных карт и их верификации, что чрезвычайно важно для снижения рисков для достоверности из-за человеческого фактора, особенно, при дальнейшем использовании разработанных когнитивных карт в практике управления. Во-вторых, это синтез методов исследования сложных систем и ситуаций на основе когнитивных технологий, что позволяет не только реализовывать междисциплинарный подход на основе формальных процедур, но и использовать модели и методы разных наук в единой системе. В-третьих, это увеличение разнообразия теоретических моделей когнитивных карт: нечеткие, нелинейные, семиотические когнитивные карты и др.

В настоящее время в мире наблюдается интенсивный рост публикаций в области теории и практики когнитивного моделирования в науках об управлении системами различной природы. В этих условиях доклады, заслушанные во время работы секции, являются актуальными и практически важными. Они свидетельствуют об оригинальности и сопоставимом с мировым уровне докладов по когнитивному моделированию в науке управления, проводимых как в ИПУ РАН, так и в других организациях РФ. В части развития средств визуальной аналитики результаты опережают мировой уровень исследований в области когнитивного моделирования ситуаций

Основные тенденции и перспективы развития направления. Сегодня когнитивное моделирование в науках об управлении сформировалось как наукоемкая междисциплинарная методология решения прикладных задач посредством когнитивных карт, которая, в большей или меньшей степени, поддерживается инструментальными средствами. География применения когнитивных карт и спектр решаемых прикладных задач в мире неуклонно возрастает. Прикладной потенциал когнитивного моделирования ситуаций высок, однако далеко не полностью реализован.

Существенным сдерживающим фактором наращивания прикладного потенциала когнитивного моделирования является методологическая проблема взаим(не)понимания теоретиков и практиков и, как следствие, проблема достоверности результатов когнитивного моделирования, которая недооценивается научным сообществом. Для решения обозначенных проблем

- необходим отказ от общепринятой в области когнитивного моделирования парадигмы экспертных возможностей или ее редукции («эксперт не ошибается»),
- признание рисков недостоверности и соответственно развитие методов защиты от таких рисков,
- обучение практиков и снабжение их дополнительными языковыми, методическими, инструментальными средствами.

Необходимы более активное вовлечение междисциплинарных исследований, новые языки когнитивных карт и теоретические модели, практические с учетом когнитивных ограничений и когнитивных ресурсов человека.

Секция «Управление в биологии и медицине» (руководители – д.т.н., проф. В.Н. Новосельцев, д.б.н., проф. А.И. Михальский)

Доклады заслушивались на трех заседаниях. Всего на секции было сделано 29 докладов из Москвы, Великого Новгорода, Переяславля-Залесского, Ростова, Красноярска, Самары, Новосибирска, Обнинска и Черногловки. Доклады были посвящены математическим методам и управлению в биологических системах, а также моделированию биологических систем и управлению здоровьем, включая вопросы, связанные с генетикой, болезнями и популяционными процессами.

Наиболее интересные доклады были посвящены анализу медицинских данных и оценке здоровья населения. Большой интерес вызвали сообщения, посвященные математическому моделированию внутриклеточных молекулярных взаимодействий, процессов, развивающихся на уровне органов и целостного организма, динамике популяций. Все доклады основывались на данных, полученных при исследовании свойств широкого спектра организмов - от человека до леммингов, плодовых мушек и клещей.

В докладах были представлены результаты по методологии математического моделирования различных процессов в организме: в системе кровообращения, репродукции, биоритмов и при лечении.

Большое число исследований было посвящено оценке и управлению здоровьем отдельного организма и популяции.

В целом, представленные доклады содержат новые интересные результаты, которые отвечают мировому уровню исследований в соответствующих областях. В частности, исследования внутриклеточной транспортной сети, новый взгляд на достоверность демографической информации, кибернетические представления об эволюции структуры психики представляют новые научные направления в мировой науке.

По результатам сделанных докладов можно сделать вывод, что в настоящее время формируются следующие тенденции и направления в развитии управления в биологии и медицине:

- исследование процессов в живых системах переходит на уровень математического моделирования (in silico);
- поиск управления перемещается от натурального эксперимента на модельных животных к вычислительному эксперименту;
- обработка и анализ математическими методами больших объемов медицинских данных используется для прогностического описания ожидаемого состояния организмов и популяций при негативных воздействиях на них.

Секция «Системы с запаздыванием» (руководители – д.т.н., проф. Харитонов В. Л., д.т.н., проф. Жабко А. П., д.т.н., проф. Бобцов А. А., д.т.н., проф. Андриевский Б. Р.)

Наиболее важные результаты, которые были представлены в докладах секции:

- Развитие методов стабилизации линейных стационарных систем с запаздыванием в сигнале управления на объекты нейтрального типа, т.е. когда запаздывание дополнительно содержится в переменных состояния. Основная идея связана с использованием предикторов для вычисления будущих значений переменных состояния и дальнейшим синтезом регуляторов пропорционального типа. Основным результатом является экспоненциальная устойчивость замкнутой системы для объектов с запаздыванием нейтрального типа.
- Развитие методов стабилизации и компенсации возмущающих воздействий синусоидальной природы для нелинейных систем с запаздыванием в управлении. Базовая идея связана с синтезом предикторов или для вычисления будущих значений переменных состояния и парированием нелинейностей и возмущающих воздействий для объектов представленных в специальном каноническом виде.
- Предложены новые подходы к оценке положительной определенности функционалов Ляпунова–Красовского, позволяющие получать оценки области притяжения решений нелинейных динамических систем с запаздыванием.
- Расширение моделей предсказывающих регуляторов и наблюдателей, используемых при синтезе стабилизирующих законов управления для линейных стационарных систем, функционирующих в условиях запаздывания по управлению. Показано, что матрицы Ляпунова, задающие функционалы полного типа, могут быть использованы при вычислении H_2 нормы передаточных матриц систем с запаздыванием.

Оценка уровня представленных результатов и сравнение с мировым уровнем: уровень представления результатов соответствует мировому, поскольку большинство докладчиков или содокладчиков имеют большой опыт выступлений на международных конференциях, что в свою очередь, обеспечило актуальность тематики управления системами с запаздыванием, обзора методов, а также анализа и синтеза.

Основные тенденции и перспективы развития направления: развитие методов анализа и синтеза систем управления в условиях запаздывания по состоянию и в канале управления для нелинейных, линейных нестационарных, а также объектов с неточно заданными параметрами.

Секция «Идентификация систем» (руководители – д.т.н., проф. Н.Н. Бахтадзе, д.т.н., проф. В.А. Лотоцкий)

Идентификация систем как отдельное научное направление в рамках теории управления существует уже около полувека. При этом интерес исследователей и инженеров к данной проблематике нарастает, о чем свидетельствует большое количество публикаций и представительность международных конференций (например, симпозиум IFAC по идентификации (IFAC Symposium on System Identification, SYSID, конференция «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO, и др.). Секция «Идентификация систем» на ВСПУ не явилась исключением. При этом в докладах секции были представлены как многочисленные модификации традиционных методов решения задачи идентификации, базирующиеся на методах математической теории оценивания, математических методах оптимизации, теории статистических решений, так и новые подходы, определяемые возможностями современных информационных технологий. Согласно традиционным представлениям, выделяющим идентификацию в «узком» (оценивание параметров и состояния системы по результатам наблюдений входных и выходных сигналов) и «широком» (определение структуры системы, определение степени

нелинейности и нестационарности моделей из класса допустимых) смыслах, заседания были посвящены проблемам параметрической, непараметрической и структурной идентификации. Исследованы интегральные оценки степени адекватности модели.

Представлены методы идентификации систем при непараметрической априорной неопределенности, когда известна лишь ограниченная информация о структуре адекватной модели (например, ограниченность и гладкость функций). Исследована проблема устойчивости решений в условиях неполной априорной информации о статистических характеристиках помех, а также проблема контроля обусловленности данных в условиях малого количества наблюдений.

Несомненный интерес представляют методы оценки параметров авторегрессионного поля на основе знаковых критериев. Также актуальным представляется решение задачи идентификации хаотической компоненты временного процесса в условиях малого числа доступных наблюдений и единственности реализации процесса на основе ансентного фильтра Калмана. Полученная в результате решения поставленной задачи аппроксимация используется для построения прогноза исследуемого процесса. В качестве модели хаотического сигнала предлагается использовать разложение по системе хаотических процессов, описываемых логистическим отображением.

Оригинальный подход предложен для прогнозирования переменных сетевых объектов, получивший название «двухуровневого». Для грубого прогноза используется статическая модель, учитывающая периодичность изменения переменных. Эта модель строится по нескольким периодам. Для более точного прогноза используется адаптивная динамическая модель, которая строится по текущим данным.

Заслуживает внимания метод идентификации динамических процессов на основе анализа состояний динамической системы в фазовом пространстве. На примере решения системы уравнений Лоренца сопоставляются особенности диагностики типов динамического поведения при помощи функций информации Шеннона и Тсаллиса.

Предложены методы анализа дополнительной погрешности идентификации, возникающей из-за статистических флуктуаций корреляционной функции входного сигнала в условиях ограниченных интервалов наблюдения.

Представлен метод идентификации нелинейных систем на основе интеллектуального анализа данных архива измерений – метод ассоциативного поиска, а также методы идентификации нестационарных систем с использованием вейвлет-анализа.

Предложены алгоритмы идентификации интерпретируемых и точных нечетких классификаторов. Предложен оригинальный подход к формированию индекса интерпретируемости нечеткого классификатора. Мерой точности является среднеквадратическая ошибка, сложность определяется числом нечетких правил. Разработаны алгоритмы формирования множества нечетких классификаторов с различными степенями интерпретируемости.

Научные исследования, представленные на секцию «Структурная идентификация», в основном посвящены разработке методологического и математического обеспечения решения актуальных практических проблем реальной структурной идентификации. Так, был предложен вычислительно эффективный подход к анализу локальной и глобальной идентифицируемости параметрического семейства линейных динамических моделей в пространстве состояния. Подход основан на проверке условий ранга и порядка, а также на методе преобразования подобия.

Приведен анализ основных этапов структурной идентификации технического объекта, с учетом особенности структурной идентификации как системного объекта. На основе результатов численного исследования сделан вывод, что анализируемые алгоритмы структурной идентификации следует интерпретировать как процедуры предварительного выбора порядка. Их можно в указанном качестве рекомендовать к использованию в итерационных процедурах реальной структурной идентификации. Изложена идея построения оптимальных алгоритмов структурной идентификации, которые разработчики новой техники могли бы использовать на предпроектных стадиях создания САУ. Идея основана на возможности постановки максиминных задач статистического синтеза оптимальных алгоритмов структурной идентификации.

Приведена методика структурной и параметрической идентификации линейных динамических объектов с использованием корреляционных методов и таблиц типовой идентификации, представляющая собой модификацию метода типовой идентификации, созданного в ИПУ РАН под руководством профессора Н.С. Райбмана.

Предложен метод построения секторного множества, которому принадлежит статическая структура, отражающая нелинейные свойства объекта. Метод основан на применении условия Гельдера в специальном структурном пространстве. Предложены алгоритмы принятия решения о принадлежности нелинейности классу однозначных или многозначных нелинейностей на основе анализа близости секторных множеств.

Предложены методы построения моделей многомерных многосвязных дискретно-непрерывных процессов без памяти в условиях частичной параметрической и непараметрической неопределенности.

Рассмотрен подход к статистической линеаризации входо-выходного отображения нелинейных дискретно-временных стохастических систем с белым шумом гауссовским входным процессом, основанный на применении состоятельных мер зависимости случайных величин. Предлагаемый подход связан с возможностью применения любых состоятельных мер зависимости в задачах статистической линеаризации и направлен на исключение недостатков, связанных с применением корреляционных и дисперсионных мер зависимости при идентификации систем на основе линеаризованных представлений их входо-выходных моделей.

Секция «Управление транспортно-логистическими системами» (руководитель – д.ф.-м.н., проф. А.А. Лазарев)

Работа секции проходила в два заседания, в ее программу было включено 24 доклада. В совокупности они отображали обширный круг проблем, возникающих в процессах управления транспортно-логистическими системами различного назначения.

подавляющее большинство докладов было сделано на высоком научном уровне. Практически в каждом из них выделялись формальная постановка проблемы, ее математическое исследование (включая анализ подходов, построение решающих алгоритмов, получение оценок вычислительной сложности), данные тестовых испытаний, результаты внедрения. Все рассмотренные в докладах задачи имеют существенную прикладную значимость, возникают в анализе конкретных проблем управления транспортно-логистическими и производственными системами.

Специально следует отметить доклады, посвященные системам железнодорожного, водного, авиационного транспорта. Здесь были получены важные теоретические и прикладные результаты. В частности, была исследована проблема управления парком грузовых железнодорожных вагонов, которая формулируется и решается как задача нахождения многопродуктового потока минимальной стоимости в пространственно-временном графе большой размерности (порядка 107 дуг). Была рассмотрена задача оперативного выбора маршрута доставки, основанная на представлении совокупности типовых состояний системы в виде узлов графа, переходы которого соответствуют управляющим решениям нечеткой ситуационной сети. Поставлена и рассмотрена как проблема современной теории расписаний задача перемещения контейнеров в железнодорожных терминалах, служащих интерфейсом между железнодорожным и автомобильным транспортом. Докладывались также задачи оптимизации границ регионального управления железнодорожными перевозками и модели контроля и обеспечения движения поездов.

Несколько докладов были посвящены системам водного транспорта. Важное прикладное значение имеют изученные проблемы грузовой обработки танкерного флота при выполнении Северного завоза и задачи диспетчеризации, возникающие в процессах снабжения горючим плавучих дизель-электрических добывающих комплексов, дислоцированных в крупномасштабных русловых полигонах, где они осуществляют донную выемку нерудных строительных материалов.

Важны и интересны оригинальные задачи, возникающие в областях авиатранспорта и газоснабжения.

Основные тенденции, определяющие дальнейший ход исследований:

- развитие аппарата математического и имитационного моделирования транспортно-логистических процессов;
- глубокое проникновение современных математических методов в исследование конкретных проблем управления транспортно-логистическими системами;
- появление новых нестандартных типов задач оптимизации и необходимость создания для них специализированных решающих алгоритмов;
- использование и развитие принципов системного подхода;
- все более широкое использование моделей и методов принятия решений (включая аппарат многокритериальной оптимизации).

Анализ литературных источников, в том числе выполненный авторами докладов, позволяет сделать вывод, что научный уровень большинства доложенных исследований соответствует мировому.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, попытку возрождения (после 25-летнего перерыва) национальных конференций по теории управления и ее приложениям следует считать успешной. Представляется целесообразным поставить проведение подобных мероприятий на регулярную основу с периодичностью около трех лет, быть может, на базе различных ведущих научных центров.

С точки зрения потенциала организации последующих масштабных научных форумов по проблемам управления представляется перспективным обеспечение более полной и равномерной «отраслевой» и территориальной представительности, вовлечения всех заинтересованных российских профессионалов, возможно более широкое использование коммуникаций профильных журналов и

конференций, а также соответствующих вузовских объединений (УМО и др.). С точки зрения полноты тематики целесообразен максимальный равномерный учет приоритетов представителей российской академической, вузовской и отраслевой науки, а также наукоемких реальных секторов экономики.