



УДК 004

## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПЕРЕДОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИХ ВНЕДРЕНИЕ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ»

Конференция состоялась 4—8 апреля 2011 г. в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (далее — ИПУ РАН). Председатель Программного комитета — директор ИПУ РАН академик РАН *С.Н. Васильев*, научный руководитель конференции — д-р техн. наук, профессор *Э.Л. Ицкович*, председатель Оргкомитета — д-р техн. наук *Н.Н. Бахтадзе*.

В ИПУ РАН на протяжении ряда лет проходили известные среди специалистов промышленной автоматизации семинары-презентации и выставки «Автоматизация. Программно-технические средства. Системы. Применения», а в последние годы к семинарам присоединилась еще и конференция «Автоматизация в промышленности».

Оргкомитет с 2011 г. принял решение о внесении изменений в структуру данного мероприятия. Это было вызвано тем, что конкурентная окружающая среда стала вынуждать производственные предприятия активно применять информационные технологии для автоматизации производства в целях контроля и управления производственными процессами и повышения прибыли. Возникла насущная потребность в рамках одной конференции объединить доклады о передовых информационных технологиях с докладами о средствах и системах автоматизации. Соответственно, изменились и название конференции, и ее тематика. Все доклады были разделены на два взаимно дополняющих друг друга блока — научно-прикладной и практической. Это соответствовало поставленной перед конференцией задаче: ознакомить специалистов разных уровней с передовыми информационными технологиями и соответствующими средствами и системами автоматизации и, тем самым, способствовать их внедрению.

От имени председателя Программного комитета академика РАН *С.Н. Васильева* конференцию открыл его заместитель д-р техн. наук, проф. *В.А. Лотоцкий* (ИПУ РАН). В приветственном послании С.Н. Васильева подчеркнуто, что особенностью функционирования крупных промышленных предприятий на современном этапе

развития стала необходимость все большей интеграции управляющих систем уровня предприятия, уровня технологических процессов и уровня технологических агрегатов. Поэтому необходимо разработать подходы и инструменты, позволяющие совместно решать задачи управления заказами предприятия и управления технологическими комплексами и движением сырья, заготовок, продукции между цехами и агрегатами при условии выполнения заданных ограничений по производственной мощности, расходу ресурсов, энергии и др. Чем совершеннее системы управления, тем выше эффективность функционирования предприятия.

Работа конференции велась по секциям:

- общие вопросы автоматизации;
- автоматизация непрерывных производств;
- автоматизация дискретных производств;
- вопросы разработки информационно-управляющих систем;
- перспективные методы моделирования, идентификации, управления.

Кроме того, состоялась «Круглый стол» на тему «Причины недостаточно эффективного построения и эксплуатации систем автоматизации».

В рамках конференции была организована выставка, на которой были представлены разработки и продукция ряда ведущих компаний в области информационных технологий и автоматизации производства.

Работа секции «Общие вопросы автоматизации» открылась докладом *Э.Л. Ицковича* (ИПУ РАН) «Способы эффективного развития систем автоматизации технологических процессов». Автор рассмотрел различные возможности современных средств и систем автоматизации, позволяющие значительно расширить класс автоматизируемых функций и повысить экономическую, техническую, социальную эффективность АСУТП, но практически почти не используемые на российских предприятиях химико-технологических отраслей. В докладе проанализированы и сопоставлены предлагаемые различными зарубежными и отечественными производителе-

лями новейшие системы автоматизации, реализующие следующие функции:

- виртуальные поточные измерения качественных показателей материальных потоков;
- текущий учет ключевых показателей производительности, качества, энергопотребления;
- оперативный мониторинг и прогнозирование состояния отдельных единиц оборудования;
- непрерывный контроль и анализ качества работы контуров регулирования и точности стабилизации заданного режима работы агрегата;
- субоптимальное управление многосвязными технологическими процессами.

Докладчик рассмотрел те организационные, административные и социальные факторы функционирования большинства российских предприятий, которые тормозят внедрение перечисленных наиболее эффективных систем автоматизации и показаны пути необходимого изменения этих факторов.

Выступивший затем *В.М. Дозорцев* (ЗАО «Хоневелл», г. Москва) с докладом «Имитационное моделирование в задачах автоматизации производства», охарактеризовав имитационное моделирование как особый способ воспроизведения объекта, отметил, что необходимость в нём возникает, когда заранее нельзя вычислить поведение объекта или когда оно заменяет реальный эксперимент на объекте, если такой эксперимент опасен, дорог, слишком долгов и др. Далее автор кратко рассказал о системе моделирования «UniSim», которая представляет собой универсальный инструмент моделирования динамических объектов и позволяет решать проблемы на всем жизненном цикле предприятия.

Доклад *А.Ф. Доброскопина* (ЗАО «Хоневелл», г. Москва) был посвящен рассмотрению системы «Experion PKS» — системе знаний о процессе, представляющей собой новую серию аппаратно-программной системы автоматизированного управления технологическими процессами Experion Process Knowledge System R300.

Интерес участников заседания вызвал доклад *И.Б. Ядыкина* (ИПУ РАН) «Новые технологии автоматизации в интеллектуальных энергетических системах России». Автор рассмотрел основные технологические проблемы внедрения новых информационных технологий, автоматизированных и автоматических систем управления в электроэнергетических системах, дал оценку существующих проблем автоматизации в электроэнергетике России, сформулировал новые задачи фундаментальных исследований в области управления технологическими процессами в электроэнергетике. Бурное развитие цифровых технологий управления позволило выявить роль адаптивных интеллектуальных технологий управления в создании автоматизированных энергетических комплексов. В докладе рассмотрены основные типы перспективных адаптивных стратегий управления. Отмечено, что основными инструментами интеллектуального управления в рассматриваемых системах должны стать технологические базы знаний, мультиагентные системы, интеллектуальные помощники диспетчера, билинговые системы, обучающие системы, распознавание речи, человеко-машинный интерфейс на естественном языке, интеллектуальные системы ассоциативного

поиска, нейросетевые распознающие системы, генетические алгоритмы оптимизации режимов. Внедрение технологий интеллектуальных энергосистем с активно-адаптивной сетью является качественно новым этапом в развитии ЕЭС России, в реализации которого интеллектуальные адаптивные системы управления играют важнейшую роль. Во главу угла новых технологий становятся проблемы управления на системном и инфраструктурном уровнях, что обещает дать новый импульс научным исследованиям в области современной теории управления.

В докладе *А.Г. Полетыкина* и *Н.Э. Менгазетдинова* (ИПУ РАН) «Методы и технологии построения интегрированных систем управления энергетическими объектами» приведены сведения о деятельности ИПУ РАН в области построения современных интегрированных АСУТП АЭС, дана историческая справка и описана философия построения систем управления для объектов повышенной опасности, рассмотрен новый класс систем верхнего блочного уровня, предложенных для решения проблем интеграции разнородных программно-технических комплексов, перечислены основные разработанные базовые технологии, применяемые в реальных проектах.

Заседание секции продолжил доклад *М.И. Перцовского* (ООО «Лаборатория автоматизированных систем», г. Москва) «Тактика и технология проведения работ по техническому перевооружению экспериментально-испытательной базы промышленных предприятий». Развитию и модернизации экспериментально-испытательной базы промышленных предприятий в последние два десятилетия, как правило, внимание уделялось по остаточному принципу, так как вложение здесь материальных средств не приносит быстрого видимого эффекта. В докладе предложена стратегия развития и модернизации экспериментально-испытательной базы крупных промышленных предприятий, цели которой — реализация концепции комплексной автоматизации и организация сквозной отчетности испытательной базы предприятия, в рамках которой создается единая информационная система предприятия для быстрого решения производственных, экономических и финансовых задач, а также оперативный контроль текущей ситуации.

*М.И. Бабикова* и *И.К. Левин* (ООО «Индасофт», г. Москва) в своем докладе рассмотрели задачу сведения материального баланса с соблюдением метрологических ограничений. Приведен соответствующий алгоритм и показано, что в задачах большой размерности, которые характерны для крупных нефтехимических производств, вероятность нарушения метрологических ограничений при сведении баланса «классическим» методом может оказаться весьма велика. Предложено применять данный алгоритм для диагностики ошибки.

В докладе *В.А. Ляшева* и *О.В. Чутко* (National Instruments Russia, CIS & Baltic, г. Москва) «Технологии разработки систем управления реального времени и аппаратно-программного моделирования, их применение в российской промышленности» рассмотрены области применения аппаратно-программного моделирования. Предложен способ его реализации с помощью программно-аппаратных средств National Instruments, а именно,



Hardware-in-the-Loop (HIL)-систем, которые представляют собой аналого-цифровую модель некоторого объекта.

В докладе *Л.М. Яковиса* и *К.В. Спорягина* (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет) «Децентрализованные и централизованные типовые регуляторы для многосвязных объектов с запаздыванием» проанализированы преимущества и недостатки двух распространенных структур многомерного регулятора — децентрализованной и централизованной. Предложен комбинированный метод синтеза типового регулятора, сочетающего преимущества обеих структур. Метод отличается экономичной параметризацией и позволяет преодолеть «проклятие размерности» многомерных систем, а его логическим продолжением служит программный комплекс «ММО Master» для расчетов и имитационного моделирования замкнутых многомерных систем управления с запаздыванием.

Выступивший с докладом «Практика автоматизации объектов энергетики» *А.В. Уваров* (ООО «Компания ДЭП») рассказал о широком распространении в последние несколько лет практики создания систем автоматизации объектов электроэнергетики на базе ПТК ДЕКОНТ. Внедрение систем осуществлялось как силами самой компании, так и рядом фирм партнеров, системных интеграторов, специализирующихся в этой области. На выставке, организованной в рамках конференции, можно было более подробно ознакомиться с разработками компании ДЭП.

На секции «**Автоматизация непрерывных производств**» большой интерес вызвал доклад *О.В. Крюкова* (ОАО «Гипрогазцентр», г. Нижний Новгород) «Комплексная система мониторинга и управления электроприводными газоперекачивающими агрегатами». Автор дал анализ современного технического состояния электроприводных газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях магистральных газопроводов, определил и теоретически обосновал основные факторы, влияющие на ресурс, надежность и энергоэффективность работы электрооборудования нагнетателей. Предложены инновационные технические решения и алгоритмы диагностирования и прогнозирования состояния электроприводов компрессоров, а также принципы энергосберегающего управления агрегатами с реализацией их на этапах строительства, модернизации и реновации компрессорных станций.

Представленные в докладе *К.Ю. Слободчикова* (ООО «Вега-ГАЗ», г. Москва) математические модели технологических объектов компрессорного цеха газоперекачивающих агрегатов применяются для решения задач синтеза программного регулятора режима. Обоснована необходимость разработки модели, ориентированной на решение задач оперативного регулирования, отладки и оптимизации режимов компрессорного цеха и адекватной поведению технологического объекта в поле допустимых границ.

В докладе *Д.И. Усанова* (ОАО «Элина Компьютер», г. Казань), *С.А. Власова* (Отделение информационных технологий и вычислительных систем РАН), *В.В. Девяткова* (ОАО «Элина Компьютер», г. Казань), *С.В. Кравцова* (ЗАО НПО «МЕКОМП») «Имитационное приложение оценки производственных мощностей Аксуского

завода ферросплавов» отмечалось, что на предприятиях в настоящее время применяются MES-системы, позволяющие контролировать состояние и распределение ресурсов, осуществлять диспетчеризацию производства, управление документами, сбор и хранение данных о технологических процессах. Однако возможностей используемых моделей часто бывает недостаточно для принятия эффективных управленческих решений. Эти модели не способны учесть все возможные управляющие и возмущающие воздействия и определить их последствия. Один из возможных способов решения этой проблемы состоит в применении методов имитационного моделирования, позволяющих создать систему, способную оценить влияние управляющих и возмущающих воздействий на отдельные технологические операции и весь производственный процесс в целом. Имитационная модель позволяет определить оптимальные параметры технологических схем, выявить и устранить узкие места в организации технологических и производственных процессов, прогнозировать аварийные ситуации, оценить влияние ритмичности и объемов поставок на плановые производственные показатели, провести анализ загрузки производственных мощностей и оценить влияние ремонтно-восстановительных работ.

Выступивший затем с докладом *В.Ю. Горошков* (ЗАО «ИНТМА», Москва) «MES-система Аксуского завода ферросплавов», кратко рассказав о заводе, охарактеризовал цели и задачи создания информационной системы управления производством, предназначенной для создания единого информационного пространства, охватывающего основные производственные цеха и вспомогательные подразделения завода. Внедрение системы обусловлено необходимостью снижения простоев технологического оборудования и удельного расхода сырья и энерго-ресурсов, повышения эффективности использования оборудования.

Повышению качества отливляемых стальных заготовок радиального типа благодаря улучшенному управлению тепловым состоянием заготовки в зоне вторичного охлаждения был посвящен доклад *З.Г. Салихова, Р.Т. Газимова, К.З. Салихова* (НИТУ «МИСиС», г. Москва) «Новый способ управления процессом охлаждения крупных слябов в зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок». Решение достигается путем внедрения новых методов и средств контактного роликового охлаждения, существенно повышающих информативность и управляемость процесса вторичного охлаждения заготовок. Разработан новый способ управления данным процессом, позволяющий создать условия для более равномерного охлаждения заготовки по всей длине технологической оси и гарантирующий повышение качества отливляемых заготовок.

В секции «**Автоматизация дискретных производств**» двумя докладами был представлен Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси (г. Минск). В одном из них — докладе *Н.Н. Гущинского, Г.М. Левина, Д.П. Кункевича* и *Б.М. Розина* «Программный комплекс для аванпроектирования поточных линий из агрегатных станков для групповой обработки деталей» — рассмотрены принципы построения и функционирования данного комплекса программ в условиях крупносерийного

производства. Основное внимание уделено структурно-функциональной схеме комплекса и построению его основных подсистем. В другом — докладе *Г.М. Левина* и *Б.М. Розина* «Оптимизация режимов параллельной групповой обработки деталей на многопозиционном оборудовании» — рассмотрена математическая модель и декомпозиционные методы оптимизации режимов параллельной обработки непересекающимися блоками инструментов группы деталей на многопозиционном многоинструментальном оборудовании с учетом требуемой производительности и основных конструктивно-технологических ограничений. Исследуемая задача относится к классу сложных задач геометрического программирования. Выделены две ее постановки: когда все детали в партии различны и когда детали в партии частично повторяются. Для решения сформулированных задач предложены декомпозиционные подходы, основанные на применении методов множителей Лагранжа и фрагментарной параметрической декомпозиции, сводящие решение исходных задач к решению конечной последовательности более простых взаимосвязанных подзадач.

В докладе «Технология распределенных вычислений в системах автоматизированного проектирования» *О.В. Абрамов* (Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток) представил методы решения задач проектирования аналоговых радиоэлектронных схем с учетом закономерностей случайных вариаций их параметров и требований надежности. Коллективом под руководством автора разработаны эффективные алгоритмы многовариантного анализа и оптимального параметрического синтеза по критериям серийнопригодности (выхода годных) и параметрической надежности, основанные на технологии параллельных и распределенных вычислений, а также необходимые программные средства их реализации в САПР РЭА. В докладе представлена концепция создания параллельного аналога САПР РЭА, ориентированного на применение в распределенной вычислительной среде. Предложены и исследованы параллельные алгоритмы метода статистических испытаний, многомерного зондирования и дискретного поиска оптимальных значений параметров проектируемых схем, доставляющих максимум вероятности безотказной работы. Разработана пилотная версия системы автоматизированного проектирования аналоговых схем РЭА распределенного (сетевое) типа. Структура системы включает в себя модули ввода и математического моделирования электронных схем, в основе которых программы моделирования «NgSpice», многомерного детерминированного и статистического анализа, многомерной дискретной поисковой оптимизации.

В числе докладов, представленных на заседании секции «**Вопросы разработки информационно-управляющих систем**», вызвал интерес слушателей доклад *В.А. Ляшева* (National Instruments Russia, CIS & Baltic) «Аналого-цифровое моделирование электромеханических устройств с помощью программно-аппаратных средств «National Instruments». Докладчик рассказал об областях применения аналого-цифрового моделирования, привел способ его реализации с помощью средств «National Instruments». Получены результаты полунатурного моделирования,

которые подтверждают работоспособность предложенного решения.

На секции «**Перспективные методы моделирования, идентификации, управления**» доклад *А.А. Ефремова* (ЗАО «СофтЛайн Трейд», г. Москва) и *С.М. Зенкова* (ИПУ РАН) «Модельно-ориентированное проектирование для решения задач автоматизации» послужил поводом для развернутой дискуссии. Напомнив, что модельно-ориентированное проектирование (model-based design) позволяет существенно сократить расход времени и финансов при ведении разработок без ущерба для качества конечного продукта, авторы обратили наше внимание на то, что при модельно-ориентированном проектировании систем реального времени ядром разработки служит *программная модель* объекта управления — единая для разработчиков-специалистов в различных областях знаний (инженеров-разработчиков систем управления, физиков, математиков, проектировщиков электрических, механических, гидравлических систем и др.). Требования, предъявляемые к математической модели объекта и к конечному продукту, связываются с программной моделью. Такая связь с единой моделью обеспечивает прозрачность разработки и, как следствие, соблюдение одних и тех же требований всеми участниками проекта.

Алгоритмы, разработанные для математической модели объекта управления, проверяются на программной модели. Благодаря этому удается избежать затрат на раннее прототипирование (создание аппаратных прототипов устройств), а также поломок прототипов. Далее, после программной проверки из модели автоматически генерируется программный код для управляющего устройства (контроллера, ПЛИС, промышленного компьютера). Следующий этап — программно-аппаратное моделирование (Hardware-in-the-Loop, HIL). Он позволяет тестировать и исследовать в реальном времени алгоритм управления, реализованный в управляющем устройстве.

Непосредственная связь каждого из этапов разработки с моделью обеспечивает наглядность и доступность всего процесса разработки, снижает вероятность возникновения ошибок, ускоряет и упрощает обнаружение допущенных ошибок, позволяет увеличить число экспериментов без дополнительных временных затрат и, как следствие, позволяет повысить качество конечного продукта.

Доклад *Е.Е. Чугреевой* (Московский государственный технологический университет «СТАНКИН») «Представление семантики управляющих программ специализированных роботов в виде графа переходов как этап автоматизированной трансляции» посвящен вопросам автоматической трансляции управляющих программ с устаревших неструктурных языков программирования на современные языки, реализованные с помощью структурного подхода. В качестве промежуточного представления на этапе трансляции предложено воспользоваться визуальным представлением графа переходов. Практическое решение данной задачи проиллюстрировано на примере «мертвого», неструктурного языка SockMonkey. Задачи автоматической трансляции крайне важны для эффективного использования накопленных десятилетиями



ями алгоритмов, реализованных на машинно-ориентированных и неструктурных языках программирования.

*А.С. Галахарь, С.С. Гаврюшин, Е.А. Деулин* (МГТУ им. Н.Э. Баумана) в докладе «Использование неравномерных рациональных би-сплайнов (NURBS) для представления эмпирической зависимости напряжения от деформации» отметили, что в настоящее время оборудование и методики проведения механических испытаний материалов рассчитаны на сбор ограниченного числа стандартизованных величин, которые позволяют судить о поведении деформируемого материала лишь с разной степенью приближения. Однако на существующем оборудовании может быть выполнено более точное описание свойств испытываемого материала, совместимое с требованиями существующих стандартов и не требующее значительного увеличения количества собираемых данных. Рассмотрено применение неравномерных рациональных би-сплайнов для описания поведения материала при упругопластическом деформировании.

Заседание «**Круглого стола**», посвященное теме «Причины недостаточно эффективного построения и эксплуатации систем автоматизации», вел научный руководитель конференции, д-р техн. наук, профессор *Э.Л. Ицкович*. Участники заседания обсудили наиболее общие проблемы автоматизации, с которыми сталкиваются инженеры на промышленных предприятиях, поделились собственным опытом разработки и реализации систем управления в промышленности. В частности, была проанализирована степень участия заказчиков, проектантов и производителей систем в процессе модернизации производства. Подчеркнута необходимость совершенствования работы оперативного персонала, взаимодействующего с системами автоматизации, а также необходимость улучшения системы мотивации операторов технологических процессов. Было также высказано мнение о необходимости создания на базе ИПУ РАН специализированного Интернет-сайта, на котором специалисты в области автоматизации могли бы обсуждать свои первоочередные проблемы. О недостаточной информированности говорилось всеми выступающими, и в этом видится одна из основных причин недостаточной эффективности существующих систем автоматизации.

К сожалению, объективные ограничения на объём данной публикации не позволили сделать полноценный обзор и, тем более, раскрыть содержание представленных на конференции разнообразных и, безусловно, интересных докладов. Более подробно ознакомиться с представленными работами помогут опубликованные Труды конференции<sup>1</sup>.

В целом конференция получилась довольно представительной, участники представляли свыше шестидесяти

компаний, более пятидесяти институтов и учебных заведений различных регионов России и СНГ. В организованной в фойе выставке участвовали ИПУ РАН (Москва), ЗАО «СофтЛайн Трейд» (Москва), ЗАО «ФИОРД» (Санкт-Петербург), ЗАО «ЭМИКОН» (г. Москва), ООО «ИНФО-Сьют» (г. Москва), ООО «Компания ДЭП» (г. Москва), ООО «ОСАТЭК» (г. Москва).

В конференции участвовали представители компаний-разработчиков и дистрибьюторов автоматизированных и информационных систем, среди которых ЗАО «Хоневелл» (г. Москва), ООО «Лаборатория автоматизированных систем» (г. Москва), «National Instruments Russia, CIS & Baltic» (г. Москва), ЗАО «СВД Софт» (г. Санкт-Петербург), ЗАО «ЭМИКОН» (г. Москва), ООО «УМИКОН» (г. Москва), ООО «Компания ДЭП» (г. Москва), ООО «АМастер» (г. Саратов), НПП «Нефтегазсервис» (г. Москва), ЗАО «ФИОРД» (г. Санкт-Петербург), ООО «ЭнергопромАвтоматизация» (г. Москва), ООО «Индасофт» (г. Москва), ООО «Газпром трансгаз Махачкала» (г. Махачкала), компания «НПП Дозор ОАО Концерн КЭМЗ» (г. Москва), концерн «РТИ Системы» (г. Москва), ОАО «Гипрогазцентр» (Нижний Новгород), ООО «Вега-ГАЗ» (г. Москва), ЗАО «СофтЛайн Трейд» (г. Москва), ООО «Краснодаррегионгаз» (г. Геленджик), ЗАО «СКБ Орион» (г. Санкт-Петербург), ООО «Эллина Компьютер» (г. Казань) и др.

Секции работали четыре дня, оживлённые и плодотворные дискуссии продолжались до позднего вечера, участники обменивались опытом, завязывали контакты.

Конечно, конференция в таком формате делает первые шаги на пути обмена информацией практиков и научных работников в области автоматизации и информационных технологий. Но и эти шаги, будем надеяться, станут неплохим началом длинного и плодотворного пути к сотрудничеству.

В **заключительном слове** председатель Оргкомитета д-р техн. наук *Н.Н. Бахматдзе* высказалась о необходимости инициировать создание Ассоциации разработчиков, пользователей и специалистов по подготовке кадров в области информационных технологий, средств и систем автоматизации в промышленности и энергетике, как это уже имеет место в различных отраслях промышленности, и о создании Интернет-ресурса для более развернутого диалога.

*И.В. Никулина,  
Л.П. Боровских*

**Никулина Ирина Владимировна** — науч. сотрудник,  
☎/✉ (495) 334-87-59, ✉ nikfone@ipu.ru,

**Боровских Леонид Петрович** — канд. техн. наук,  
ст. науч. сотрудник,  
☎/✉ (495) 334-92-00, ✉ borovskii@ipu.ru,

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.

<sup>1</sup> Труды международной научно-практической конференции «Передовые информационные технологии, средства и системы автоматизации и их внедрение на российских предприятиях» / Москва, 4 — 8 апр. 2011 г. / ИПУ РАН. — М., 2011.