

III Международная конференция “ИДЕНТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ”

Профессия ученого обладает одной завораживающей особенностью — возможностью незримого присутствия мыслью, идеями в представлениях и рассуждениях будущих ученых. Чаще всего это происходит в форме внутреннего собеседника, коллеги, достойного уважения и подражания в определенных аспектах своей творческой деятельности.

У каждого достойного ученого есть нечто, воспринимаемое на бессознательном уровне, но ощущаемое и переживаемое как реальность в определенных проблемных ситуациях. Это нечто — дух творческой личности, концентрированное мышление, простирающееся сквозь традиционную форму научных произведений.

Все достойное не забудется, останется в памяти и мышлении науки, неизбежно отразится в человеческой культуре. Интеллектуальное движение — трудный процесс; нам постоянно приходится искать опору, основание для своих идей в прошлой и настоящей деятельности науки; мы неизменно возвращаемся к истокам, которые богаче мыслью, оттенками, чем их дальнейшее развитие. Современная наука развивается объединенными усилиями настоящих и прошлых поколений ученых, и так будет всегда.

Подобными утешениями можно только приглушить боль от утраты реального общения с покинувшими нас учителями, друзьями, коллегами. Особенно невообразимо жаль рано ушедших талантливых ученых, к числу которых, несомненно, принадлежали члены программного комитета SICPRO д-ра физ.-мат. наук Николай Антонович Бобылёв и Евгений Георгиевич Сухов.

Светлая им память.

ВВЕДЕНИЕ

В Российской академии наук теоретические основы идентификации традиционно развиваются научным направлением “Идентификация систем”, в создании которого активное участие принимали научные школы академика Я.З. Цыпкина и профессора Н.С. Райбмана. В научно-организационном плане лидирующая роль в создании, развитии и поддержке данного направления принадлежит Институту проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. За время рыночных реформ кадровое обеспечение научного направления “Идентификация систем” существенно изменилось по возрастному составу и уменьшилось численно. Отсутствие необходимых кадров уже не позволяет проводить фундаментальные исследования по многим актуальным темам идентификации. В этих условиях особенно важна координация и синхронизация научных исследований, а также правильный выбор направлений “главного прорыва” в разработке средств идентификации. Координацию и синхронизацию научных исследований трудно осуществить без определенного административного воздействия. Максимум, что можно сделать при отсутствии подобного ресурса, — это организовать международную конференцию по проблемам идентификации с активным воздействием на научную среду с помощью обзора наиболее важных событий и тем конференции, опубликованном в престижном научном журнале. Данная цель была реализована при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) организацией конференций “Идентификация систем и задачи управления” — SICPRO (System Identification and Control Problems).

Главная цель конференций SICPRO — создание теоретических предпосылок объединения различных научных направлений РАН для разработки наукоемких ме-

тодологий поиска решений актуальных практических задач. Предложение в первую очередь сконцентрировать интеллектуальные человеческие и глобальные сетевые ресурсы на создании методологий поиска решений практических задач не означает, что в рамках конференций SICPRO развитию фундаментальных основ придается второстепенное значение. В современных условиях разработка конкурентоспособных в рыночной среде наукоемких методологий мирового уровня всегда связана с развитием фундаментальных основ науки.

III Международная конференция “Идентификация систем и задачи управления” SICPRO’04 состоялась 28—30 января 2004 г. в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. В организации SICPRO’04 участвовали Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Российский Национальный комитет по автоматическому управлению, РФФИ (проект РФФИ 04-01-10017), Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН. В Программу конференции были включены четыре пленарных и 158 секционных докладов. Полные тексты всех докладов опубликованы в Трудах конференции, изданных на компакт-диске (ISBN 5-201-14966-9) объемом 2232 с. тиражом 1000 экз. Отдельно изданы Сборник пленарных докладов (ISBN 5-201-14965-2) объемом 128 с. тиражом 250 экз. и Программа конференции с аннотациями докладов объемом 124 с. тиражом 250 экз. Проведены три пленарных и 18 секционных заседаний, на которых представлены и обсуждены 136 докладов.

Основные темы конференции:

- общие проблемы системных методологий;
- структурная и параметрическая идентификации;
- непараметрическая идентификация;
- математические проблемы теории управления;
- идентификация медико-биологических систем;
- идентификация и управление организационными системами;



- построение и исследование систем;
- промышленные и аэрокосмические приложения;

Все сказанное означает, что идея создания новой постоянно действующей конференции оказалась состоятельной как организационное мероприятие, имеющее значительный отклик в научной среде. Такие конференции стали ежегодными. Проведение IV Международной конференции “Идентификация систем и задачи управления” SICPRO’05 намечено на 25—28 января 2005 г.

В настоящем кратком сообщении ограничимся рассмотрением только пленарных докладов.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

В исследовании *Б.Т. Поляка и П.С. Щербакова* (Москва) “Возможные подходы к решению трудных задач линейной теории управления” рассмотрены некоторые традиционные задачи стабилизации систем и оптимального управления, относящиеся как к классической теории линейных систем, так и к ее робастному обобщению. Показано, что если изменить математические формулировки стандартных задач так, чтобы отразить инженерные требования к сложности реальных регуляторов, то полученные в результате неклассические задачи являются трудными с математической точки зрения. Более того, как утверждают докладчики, для неклассических задач неизвестны эффективные методы отыскания решения. Эффективным называется такой способ поиска решения, который «гарантированно приводит к точному решению (если оно существует) за “разумное” время».

Обратим внимание на следующий факт. Кардинальная перемена сложности задачи произошла из-за того, что в ее математической формулировке появилось требование синтезировать регулятор заданного типа (по терминологии докладчиков, заданной структуры), или, иными словами, отыскать решение в заданном семействе регуляторов. Какова же будет сложность неклассических задач, если при их создании мы попытаемся учесть значительную часть инженерных требований к качеству реальных систем управления? Например, вместо квадратичного показателя качества возьмем характеристики, сформулированные непосредственно “в терминах простых свойств желаемой системы, таких как перерегулирование, время установления, степень устойчивости, колебательность процесса и т. д. ”. Нужно ли стремиться к такой степени адекватности между математической и практической задачей, если эффективные методы решения неклассических задач, как правило, отсутствуют и вряд ли могут быть сконструированы? Методологические исследования, основанные на анализе всего жизненного цикла реальных систем, должны формировать возможные ответы на подобные вопросы; создавать представление о цели для фундаментальных математических исследований в области теории управления.

Анализируя неклассические задачи, докладчики приходят к выводу, что их полное математическое исследование возможно в рамках 12 трудных задач линейной теории управления, которые они именуют Проблемами. Задачи называются трудными “в том смысле, что эффективных способов их решения нет и быть не может”; основными препятствиями на пути создания подобных методов считаются невыпуклость и *NP*-сложность. Значительная часть доклада посвящена обсуждению различных методов, которые могут быть задействованы в

процессе поиска решения Проблем. Предлагаемые и анализируемые методы “либо исходят из достаточных условий, либо имеют численную природу; так или иначе, решение не может быть гарантировано, даже если оно и существует; или же получаемое решение далеко от оптимального...”. Возможные подходы к решению Проблем разделены на четыре группы. В первую входят методы *D*-разбиения, во вторую — методы, основанные на построении квадратичной функции Ляпунова для системы или общей квадратичной функции Ляпунова для семейства систем; в третью — методы, опирающиеся на понятие сверхустойчивости; в четвертую — численные методы. Утверждается, что “идеи, заложенные в предлагаемых методах, и техника получения результатов плодотворны для широкого круга задач, и на практике эти методы ведут себя вполне удовлетворительно...”

В чем роль серьезных математических исследований в рамках теории автоматического управления? По-видимому, их основное назначение в:

- исследовании математического базиса инженерных методов и технологий;
- выявлении математических проблем и основных направлений совершенствования математических основ дисциплины;
- разработке математического аппарата, позволяющего создавать более эффективные, чем существующие, инженерные методы и технологии.

Образно говоря, математические методы являются своего рода “заготовками” для создания инженерных методов. При этом, чем меньше интеллектуальных усилий требуется для переработки теоретических методов в инженерные, тем шире область их практического применения. Поэтому так трудоемки математические исследования в рамках теории автоматического управления, что они, с одной стороны, должны соответствовать стандартам математики, с другой — быть хорошей основой для изготовления инженерных методов. Представляется, что доклад Б.Т. Поляка и П.С. Щербакова обладает всеми перечисленными свойствами: содержит математические формулировки фундаментальных проблем, предлагает и анализирует практически все математические подходы к решению сформулированных проблем, подводит к осознанию новых направлений развития теории автоматического управления.

В пленарном докладе *В. Н. Букова, В. Н. Рябченко и В. В. Косьянчука* (Москва) “Основы технологии вложения систем” утверждается, что:

- технология вложения систем возникла как следствие применения современных результатов алгебры матричных частных в задачах анализа и синтеза многосвязных динамических систем; полученные на основе этой технологии результаты безукоризненны в математическом отношении;
- проблема, с которой помогает бороться технология вложения систем, заключается в том, что матричное уравнение модели системы, полученное из физических или других принципов функционирования системы, зачастую относится к плохо изученному в математике типу уравнений;
- технология вложения систем позволяет эквивалентно преобразовать записанную в произвольной форме систему матричных уравнений решаемой задачи в некоторую универсальную форму, содержащую толь-

ко линейные и (или) билинейные матричные уравнения.

Технология вложения систем состоит из трех этапов:

- на первом этапе из исходных матричных уравнений, составляющих модель исследуемой системы, конструируется проматрица (проблемная матрица) решаемой задачи;
- на втором этапе формируется тождество вложения, которое формализует цели задачи;
- на третьем этапе осуществляется разрешение тождества вложения посредством перехода к линейным или билинейным матричным уравнениям, осуществляемого путем выполнения факторизации — разложения определенного вида всех четырех матриц, входящих в тождество вложения.

Для эффективного решения линейных и билинейных уравнений разработана специальная процедура, названная методом канонизации. Изложенный авторами подход к решению задач синтеза систем несомненно (по новизне и универсальности метода) является новым научным направлением в теории линейных динамических систем.

По-видимому, существует определенная закономерность в чередовании этапов человеческой деятельности по разрешению проблем управления. Здесь и далее слово “проблема” понимается в первоначальном греческом смысле, т. е. как трудность, преграда. Проблема управления (т. е. трудность, затруднение в управлении) на уровне практики обычно состоит в том, что технологи не знают, как создать систему управления, обладающую желательными свойствами. На уровне теории это затруднение традиционно отражается в трудностях придумывания параметрических математических задач, решение которых облегчает создание желательных систем; термин “параметр” здесь понимается в широком смысле.

Сначала проблема осознается на уровне практики. Затем специалисты по теории управления создают первые постановки практических задач, в рамках которых возникает указанная проблема. Если проблема актуальна для теории и практики управления, постепенно возникает теория, например, теория линейных динамических систем, состоящая из большого числа изолированных задач и методов их решения. На третьем этапе кто-то из действующих ученых осознает, что можно разработать единый метод решения всех известных задач теории, если воспользоваться фундаментальными результатами определенного раздела математики, например современными результатами алгебры матричных частных. Результаты третьего этапа применительно к теории линейных динамических систем изложены в докладе В.Н. Букова, В.Н. Рябченко и В.В. Косьянчука. На четвертом этапе на основе разработанного метода создаются более эффективные инженерные технологии. Изобретение единого математического метода полезно еще и тем, что оно позволяет переключить внимание теоретиков на мало исследованные аспекты проблемы или на новые проблемы. Если проблема и на четвертом этапе продолжает оставаться актуальной для теории и практики управления, то на этом этапе могут возникнуть новые нетрадиционные математические задачи. То, что подобное возможно, показано на примере линейной теории управления в пленарном докладе Б.Т. Поляка и П.С. Щербакова.

В. И. Уткин (США) в своем пленарном докладе “Sliding mode control for automobile applications” рассказал о некоторых практических применениях теории управления на скользящих режимах, основы которой были заложены три с лишним десятилетия назад при его непосредственном участии. Объектами иллюстрации практических возможностей управления на скользящих режимах, ставшего уже классикой теории управления, выбраны различные узлы и агрегаты автомобиля.

После краткого напоминания теоретических основ разработок последовало подробное изложение прикладных задач, сопровождаемое богатым экспериментальным материалом. Применение скользящих режимов как мощного инструмента управления техническими системами продемонстрировано на пяти примерах:

- управление автомобильными генераторами трехфазного тока;
- контроль и управление соотношением “воздух — топливо” для двигателей внутреннего сгорания;
- управление содержанием оксидов азота в выхлопе дизельных двигателей;
- управление антиблокировочными тормозными системами;
- управление индукционными электродвигателями.

В каждой из задач математическая модель объекта управления, достаточно компактная и в то же время адекватная, увязывалась с общей схемой скользящего управления, и затем приводились подробные данные экспериментов на реальных объектах (в докладе речь шла о продукции компании “Ford”).

Роль человеческого фактора (в методологиях практического применения математического аппарата) существенно возрастает при переходе от решения задач проектирования реальных автоматических систем к поиску решения задач создания, реформирования и управления сложными социально-экономическими системами. В рамках процесса создания, реформирования и управления “человеконаполненными” системами экспертизы разного типа играют исключительно важную роль. Они могут применяться как средство для получения первичных данных, построения новых моделей, прогнозирования неизмеряемых характеристик, выбора основных вариантов управленческих действий. В пленарном докладе *А.А. Дорофеева (Москва)* “Экспертно-классификационные методы идентификации социально-экономических систем управления” предложен единый метод организации коллективных экспертиз, названный методологией коллективной многовариантной экспертизы. На содержательном уровне эта методология выражается с помощью пяти естественных принципов:

- экспертиза проводится в экспертных комиссиях, число которых не меньше числа различных точек зрения на исследуемую проблему;
- в одну и ту же комиссию включаются эксперты, имеющие близкие точки зрения на проблему (т. е. предмет) экспертизы;
- в каждой комиссии работают эксперты, не имеющие конфликтных взаимоотношений;
- для экспертизы отбираются условно компетентные эксперты;
- организация и проведение экспертизы, обработка экспертных оценок, формирование результатов экспертизы должны проводиться специальной консал-



тинговой группой, независимой и не заинтересованной в результатах экспертизы.

Однако реализация этих принципов потребовала создания системы взаимосвязанных формальных и неформальных методов формирования экспертных комиссий, организации сценариев их работы, классификационного (структурного) анализа данных, включающего в себя алгоритм многомерной автоматической классификации, алгоритм автоматического выбора начальных условий, человеко-машинную процедуру нахождения оптимального числа классов. Представляется, что содержащаяся в докладе А. А. Дорофеева методология является средством эффективной информационной поддержки руководящего персонала любого крупномасштабного инновационного проекта. В частности, она успешно применялась в таких сложных проектах, как развитие системы регионального здравоохранения, анализ и реформирование системы регионального пассажирского автотранспорта, совершенствование системы межбюджетных отношений федерального центра и бюджетов РФ, совершенствование налоговой политики и системы сбора налогов, совершенствование системы оплаты труда в бюджетной сфере, анализ и совершенствование системы управления ряда крупных предприятий и организаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация конференций по проблемам идентификации позволяет лишь частично скомпенсировать влияние факторов, обусловленных постоянным ухудшением кадрового обеспечения научного направления, принципиально не устраняет основную причину кризиса — крайне низкую оплату фундаментальных исследований, которая не стимулирует приток молодых специалистов в российскую науку, более того, способствует оттоку продуктивных ученых из данной сферы деятельности. Можно ли изменить ситуацию? Конечно, если признать, что базовое бюджетное финансирование и средства федерального бюджета, полученные от сдачи помещений в аренду, выделяются институтам РАН для финансирования фундаментальных исследований и условий, обеспечивающих их нормальное проведение. К числу этих условий относятся, по нашему мнению, не только традиционные компоненты (помещения, научное оборудование, административно-управленческий персонал), но и научно-практическая и чисто практическая инновационная деятельность сотрудников институтов РАН в рамках заключенных хозяйственных договоров. Данную деятельность предлагается поддерживать за счет средств федерального бюджета только путем предоставления помещений и научного оборудования. Выделение институтам РАН средств на предлагаемые ими фундаментальные темы должно, по-видимому, соответствовать (в определенном смысле) практике выделения средств под проекты, которой придерживается РФФИ. Последнее означает, что каждое отделение РАН должно включать в себя подразделение, в определенном смысле напоминающее РФФИ. Естественно, для институтов РАН должна быть выбрана более «мягкая» конкурсная система, чем у РФФИ. Необходимо также разрешить институтам РАН в плане официально утвержденных работ иметь не только фундаментальные, но и прикладные инновационные темы. Отличие прикладной темы от

фундаментальной, на наш взгляд, состоит в том, что фундаментальная тема финансируется РАН, а прикладная — из источников, которые обязан изыскать руководитель данной темы. В результате сотрудник института РАН может быть исполнителем фундаментальной или прикладной инновационной темы, исполнителем обеих тем, или даже исполнителем нескольких фундаментальных тем (научных проектов). Если сотрудник является участником нескольких фундаментальных тем, оплата его научной деятельности определяется поступлениями по каждому выполняемому проекту и может быть значительно больше, чем должностной оклад, который, по-видимому, следует рассматривать как минимальный размер оплаты деятельности в рамках одной фундаментальной темы. Возможность сотрудника академического института не быть занятым в выполнении работ по фундаментальной теме может быть обоснована необходимостью его участия в создании эталонных приложений фундаментальной науки.

Теория идентификации как научная дисциплина, в которой порождается и концентрируется рациональное знание о механизмах идентификации, прежде всего, технологических процессов, может в силу своей уникальной проблематики всегда рассматриваться в качестве базисного направления современной науки. Однако постоянный общественный интерес к любому направлению человеческой мысли определяется не только прошлыми заслугами и объявленными целями, но и содержанием текущих научных исследований: насколько хорошо в этих исследованиях отражаются актуальные проблемы и темы текущего периода развития науки и практики. И в этом отношении теория идентификации сталкивается с существенными трудностями. В первую очередь, как уже отмечалось, они обусловлены разрушением кадрового обеспечения научного направления в связи с недостаточным финансированием фундаментальных исследований. Вторая проблема, органично связанная с первой, вызвана быстрым развитием некоторых дисциплин, которые входят в фундаментальный базис теории идентификации, в частности математической теории систем, теории принятия решений, когнитивной психологии и методологии науки. Это развитие находит слабое выражение на теоретическом уровне направления ввиду крайне недостаточного для нормального развития научного направления количества молодых ученых, которым обычно свойственна особая чувствительность к осознанию и использованию нового знания.

Аналогичные трудности возникли, на наш взгляд, во многих научных направлениях Российской академии наук. Эти проблемы не могут быть разрешены разрозненными усилиями отдельных ученых; необходимы скоординированные коллективные действия всего научного сообщества по оптимизации своей структуры и деятельности. Историческая роль действующего сейчас поколения пятидесяти-шестидесятилетних ученых (элиты научных направлений), по-видимому, состоит в том, чтобы подготовить и осуществить адаптацию Российской академии наук к условиям существующей и будущей рыночной среды; сохранить традиционные российские научные центры фундаментальных исследований.

К.С. Гинсберг

☎ (095) 334-87-59

E-mail: makfone@ipu.ru

