

«Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'15

К.С. Гинсберг, В.А. Лотоцкий, И.В. Никулина

С 26 по 29 января 2015 г. в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН успешно прошла очередная – десятая – международная конференция «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'15. В ее организации участвовали Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Российский национальный комитет по автоматическому управлению, Российский фонд фундаментальных исследований (проект РФФИ 15-01-20004), Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук.

Целями конференции было: подвести итоги достижений в области идентификации систем и разработки задач управления; обсудить результаты и проблемы применения математических средств идентификации, управления и моделирования в процессе решения инженерных задач; выделить наиболее перспективные направления и наметить пути их дальнейшего развития; объединить усилия специалистов и способствовать установлению личных контактов между ними.

Ее основные темы: параметрическая и непараметрическая идентификация, оптимальные, адаптивные и робастные системы, стохастические системы, интеллектуальные методы иден-

тификации, информационные технологии и кибербезопасность, приложения методов идентификации систем.

Программа конференции включала 5 пленарных и 98 секционных докладов. Полные тексты 101 доклада (12 из них представлены исследователями, работающими в 5 зарубежных странах) опубликованы на компакт-диске, который официально зарегистрирован как «Труды X международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'15 [Электронный ресурс] / Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2015. – М.: ИПУ РАН, 2015. – 1484 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-5-91450-162-1».

Состоялись два пленарных и девять секционных заседаний.

Первое пленарное заседание (26 января, 11.00 – 13.30) открыл доклад академика РАН С.В. Емельянова (Институт системного анализа РАН, Москва) и А.П. Афанасьева (Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва) «Вычисление производных в системах автоматического управления». С.В. Емельянов и А.П. Афанасьев предложили подход, основанный на представлении исследуемого сигнала в виде степенной функ-

ции, коэффициенты которой вычисляются на основе повторного интегрирования и аппроксимируют производные исходного сигнала. При этом повышать точность дифференцирования и уровень помехозащищенности удастся за счет увеличения числа интеграторов, а не за счет увеличения коэффициентов усиления.

В пленарном докладе И. В. Никифорова (Технологический университет Труа, Институт им. Шарля Делонэ, Франция) «SEQUENTIAL NON-BAYESIAN DETECTION/ISOLATION OF ABRUPT CHANGES WITH SOME APPLICATIONS» рассматривалась проблема последовательного небайесовского обнаружения и изоляции внезапных изменений. Целью доклада явился сравнительный анализ некоторых типичных критериев оптимальности, различных алгоритмов, а также исследование их статистических свойств. Для иллюстрации теоретических результатов рассматривались задачи контроля целостности навигационной системы и задача контроля аномального объема трафика потока в сетях.

В пленарном докладе В.М. Дозорцева (ЗАО «Хоневелл») и А.А. Обознова (Институт психологии РАН, Москва) «Человеческий фактор в промышленности: на стыке современной автоматизации и инженерной психологии» были представлены результаты ряда исследований, соединяющих продвинутое технологии компьютерного обучения, математического моделирования и экспериментальной психологии для получения качественно новых систем подготовки операторов технологических установок промышленных предприятий химической промышленности и нефтепереработки. Эти результаты базируются на применении методов математической психологии и *когнитивного инжиниринга* (инженерной психологии) к анализу структуры и содержания деятельности человека-оператора, к разработке критериев принятия операторских решений, к оценке ментальных представлений оператора об управляемом объекте.

Второе пленарное заседание (26 января, 14.30 – 16.10) открыл А.И. Орлов (Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва) докладом «Новая парадигма анализа статистических и экспертных

данных в задачах управления». Были рассмотрены основные положения новой парадигмы анализа статистических и экспертных данных, разработанной автором.

В пленарном докладе К.С. Гинсберга (ИПУ РАН, Москва) «Проблема структурной идентификации для цели проектирования системы автоматического управления» был предложен статистический системно-функциональный подход к проблеме структурной идентификации для цели проектирования САУ. В докладе была представлена система базисных понятий о структурной идентификации для цели проектирования САУ; предложен новый подход к проблеме численного исследования алгоритмов структурной идентификации; выполнено численное исследование алгоритмов выбора порядка и описан подход к проблеме статистического синтеза оптимального алгоритма выбора порядка.

Секционные заседания конференции открыли секции «**Интеллектуальные методы идентификации**» (26 января, 16.30 – 18.10), «**Непараметрическая идентификация**» (27 января, 10.00 – 13.30), «**Приложения методов идентификации I**» (27 января, 10.00-13.30).

Секция «Интеллектуальные методы идентификации». Научные методы построения математических моделей на основе использования технологических знаний и данных начали разрабатываться сравнительно недавно. Потребность в указанных методах вызвана не только современными требованиями к качеству математических моделей, но и значительным расширением сферы практических приложений алгоритмов идентификации. В первую очередь, это относится к системам управления с прогнозирующей моделью, разработка которых становится все более актуальной.

В докладе Н.Н. Бахтадзе, В.А. Лотоцкого, Е.А. Сакрутиной (ИПУ РАН, Москва) «Идентификационный анализ нелинейных нестационарных объектов» были проанализированы возможности прогнозирующих ассоциативных моделей для предупреждения возможной неустойчивости объекта. Были рассмотрены как случай стационарных динамических объектов, так и некоторые классы нестационарных. Были сформулированы условия устойчивости ассоциативной модели в

аспекте анализа спектра кратно-масштабного вейвлет-разложения, а также сформулированы условия устойчивости ассоциативной модели для мультимодальных объектов.

В докладе А.Н. Грачева, В.М. Понятского (Тульский государственный университет, Тула), Аль-Сабула Али Хуссейн Хасана (Дих-Карский (Сомрский) университет, Ирак), А.А. Мартянова (Тульский государственный университет, Тула) «Корреляционная идентификация линейных динамических объектов с использованием генетического алгоритма» была представлена инженерная методика параметрической идентификации линейных динамических объектов.

В докладе А.И. Дивеева (Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, Москва) «Вариационные методы символьной регрессии для задач управления и идентификации» рассматривалось применение методов символьной регрессии для решения задач идентификации и синтеза системы управления.

Секция «Непараметрическая идентификация». В докладе Н.М. Маркович (ИПУ РАН, Москва) «NONPARAMETRIC ESTIMATION OF EXTREMAL INDEX USING DISCREPANCY METHOD» рассматривалось непараметрическое оценивание экстремального индекса стохастических процессов, характеризующихся распределением шума с возможно тяжелым хвостом. Был предложен метод, основанный на статистике ω^2 Мизеса-Смирнова, точность предложенного метода изучается с помощью моделирования.

В докладе В.О. Васильева, А.В. Добровидова (ИПУ РАН, Москва) «STATE EVALUATION OF AUTOREGRESSIVE MODELS CONTROLLED BY STATIONARY STEPWISE MARKOV CHAIN» были представлены методы оценивания состояний при неизвестной переходной матрице. Методы основаны на нелинейных оптимальных уравнениях фильтрации и интерполяции. Полученные уравнения содержат некоторые неизвестные статистики, которые восстанавливаются с помощью непараметрических методов ядерного оценивания по зависимым наблюдениям.

В докладе В.Э. Тевосяна, А.В. Добровидова (ИПУ РАН, Москва) «Непараметрическая

оценка экономической волатильности» строится непараметрическая оценка волатильности, при условии, что распределение волатильности неизвестно. Для решения этой проблемы предлагается подход, основанный на использовании обобщенного уравнения оптимальной фильтрации в котором оптимальное решение не зависит явно от неизвестных характеристик ненаблюдаемой величины. Методы решения этого уравнения включают непараметрические ядерные оценки плотностей и их производных по зависимым наблюдениям с шумами.

В докладе С.В. Павленко, В.Д. Павленко (Одесский национальный политехнический университет, Украина) «Регуляризация процедуры идентификации нелинейных систем в виде моделей Вольтерра» был предложен метод детерминированной идентификации нелинейных динамических систем в виде моделей Вольтерра во временной области, основанный на дифференцировании откликов по амплитуде тестовых сигналов. Для вычисления производных предлагалось решать соответствующие интегральные уравнения Вольтерра первого рода. Устойчивость вычислительного процесса процедуры идентификации обеспечивалась использованием метода регуляризации некорректных задач А.Н. Тихонова.

Доклад В.М. Трояновского, О.А. Сердюк (Национальный исследовательский университет, Зеленоград) «Оценка погрешности идентификации вследствие игнорирования эффекта «запасенной энергии»» посвящен анализу погрешности идентификации, возникающей в условиях ограниченных интервалов наблюдения. Приводились результаты численных исследований процедуры моделирования при трех разных видах истинной весовой функции объекта. Было приведено описание механизма возникновения погрешности идентификации.

Доклад А.Н. Агаджанова (ИПУ РАН, Москва) «Идентификация аппроксимативно фрактальных функций управления распределенными системами методом Фурье-Рисса» был посвящен изучению свойств аппроксимативно фрактальных функций, которые могут быть функциями управления для распределенных систем. В докладе описывался метод Фурье-Рисса с переменными показателями, ко-

торый позволяет идентифицировать аппроксимативно фрактальные функции управления в распределенных системах. Приведен пример, связанный с построением аппроксимативно фрактальных функций управления для распределенной колебательной системы.

На конференции работали также секции **«Оптимальные, адаптивные и робастные системы»** (27 января, 14.30 – 18.00), **«Приложения методов идентификации II»** (27 января, 14.30 – 18.00), **«Параметрическая идентификация»** (28 января, 10.00 – 13.30), **«Аэрокосмические приложения»** (28 января, 14.30 – 18.00), **«Информационные технологии и кибербезопасность»** (29 января, 10.00 – 13.30), **«Стохастические системы»** (29 января, 14.30 – 18.00).

Секция «Оптимальные, адаптивные и робастные системы». В рамках этой секции были представлены доклады: А.Л. Бунич (ИПУ РАН, Москва) «Цена управления линейно-квадратичной системой с неполной информацией о спектральном составе возмущений»; М.Н. Гончарова (Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Беларусь) «О некоторых характеристиках линейной задачи оптимального быстрогодействия с линейным фазовым ограничением»; В.Н. Афанасьев (Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Московский институт электроники и математики, Москва) «Алгоритмическое конструирование в задачах идентификации неопределенных объектов»; В.А. Кубышкин, С.С. Постнов (ИПУ РАН, Москва) «Оптимальное управление линейными системами нецелого порядка»; В.А. Воронов, А.В. Лакеев, Ю.З. Линке, В.А. Русанов (Институт динамики систем и теории управления СО РАН, Иркутск) «К реализации динамических систем: оценка доверительной точности в процессе юстировки матрицы реализации»; С.П. Круглов (Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск) «Адаптивная стабилизация неминимально-фазового объекта на основе идентификационного алгоритма»; Е.Л. Еремин (Амурский государственный университет, Благовещенск), Е.А. Шеленок (Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск) «Адаптивно-периодическая система управления нелинейным объектом с изменяю-

щимися режимами функционирования»; В.Н. Азарсков (Национальный авиационный университет, Украина), Л.С. Житецкий (Кибернетический центр НАН Украины, Украина), К.Ю. Соловчук (Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Украина) «Идентификационный подход к задаче робастного управления многосвязными статическими объектами с нестохастическими неопределенностями»; А.А. Кабанов (Севастопольский национальный технический университет, Севастополь) «Композиционный синтез нелинейных сингулярно возмущенных систем на основе метода линеаризации обратной связью»; В.Д. Юркевич (Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск) «Синтез регуляторов для многомерных систем на основе метода разделения движений»; С.А. Краснова, А.В. Уткин (ИПУ РАН, Москва) «Синтез инвариантной системы слежения для объектов с одним входом и одним выходом без ввода автономных динамических моделей внешних воздействий»; Е.И. Атамась, А.В. Ильин, В.В. Фомичев (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва) «Обращение векторных линейных систем с запаздыванием нулевого относительного порядка»; Н.Н. Карабутов, В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов (Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, Москва) «Структурная идентификация динамических объектов на основе анализа характеристических показателей Ляпунова».

Секция «Приложения методов идентификации II». В рамках этой секции особенно следует выделить доклады: А.Е. Безуглая (Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, Севастополь), Т.И. Тимофеева, Е.А. Шушляпин (Севастопольский национальный университет, Севастополь) «Управление нелинейными гибридными системами на основе идентифицированных моделей»; Д.В. Хаблов (ИПУ РАН, Москва) «Параметрическая оптимизация в обработке сигнала ЧМ СВЧ датчика»; Ю. И. Еременко, Д.А. Полещенко, А.И. Глуценко (Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) МиСиС, Старый Оскол)

«Разработка и исследование метода нейросетевого анализа спектра сигнала виброускорения цапфы шаровой мельницы»; А.И. Дивеев (Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, Москва), Е.А. Сафронова (Российский университет Дружбы Народов, Москва) «Нарастающая модель транспортных потоков в сети городских дорог на основе теории управляемых сетей»; А.П. Прошин, Ю.В. Солодяников (ЗАО «Самара-Диалог», Самара) «Стохастический метод идентификации физиологических параметров организма человека и его применение».

На основании обсуждения докладов и выступлений участников конференции было сформулировано Решение, в котором, в частности, отмечено следующее.

Развитие методологии, понятийных и математических средств идентификации сегодня так же актуально и практически значимо, как и в 50-е годы XX века, когда они зарождались под

влиянием насущных проблем инженерной практики. Более того, в настоящее время, в условиях интенсивного роста и совершенствования информационных технологий, развитие идентификации систем переживает новый подъем и возрождение. Постоянная необходимость в оптимизации и ускорении процесса решения инженерных задач за счет рациональной идентификации в условиях новых информационных технологий стимулирует развитие понятийного, математического и методологического аппарата идентификации систем.

Идентификация систем как научная дисциплина, в которой порождается и концентрируется рациональное знание о механизмах идентификации, прежде всего, технологических процессов, может в силу своей уникальной проблематики рассматриваться в качестве одного из базисных направлений науки об управлении.