

ПОНЯТИЙНЫЕ ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ СТРУКТУРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ЦЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ТРЕБУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

Гинсберг К.С.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65
ginsberg@mail.ru*

Аннотация: Отмечается высокая актуальность и практическая значимость научных исследований в области создания методологии структурной идентификации для цели проектирования систем автоматического управления с требуемыми свойствами. Объясняется факт слабой изученности и неразработанности проблемы методологии. Приводится постановка проблемы. Раскрывается содержание понятия «рациональная структурная идентификация».

Ключевые слова: структурная идентификация, методология, понятия, постановка проблемы.

Введение

В настоящее время в современном научном знании отсутствует методология структурной идентификации для цели проектирования систем автоматического управления с требуемыми свойствами. В самом первом приближении эта методология представляет собой научно обоснованную детализированную системно-функциональную эталонную модель поведения субъекта структурной идентификации.

Указанное состояние научного знания о структурной идентификации представляется недопустимым по двум основаниям. Во-первых, техническое обновление устаревших производственных фондов всегда связано с вводом в действие нового более высокопроизводительного основного технологического оборудования (объекта управления) и соответственно с вводом в действие новой более эффективной системы управления. При этом часто требуется ввести в действие систему управления (или, по крайней мере, окончить ее монтаж) одновременно с вводом в действие основного технологического оборудования, что во многих случаях невозможно без проведения структурной идентификации в чрезвычайно короткие сроки. А для этого необходима хорошо разработанная методология структурной идентификации.

Во-вторых, использование методологии позволяет существенно повысить эффективность структурной идентификации как экспериментального метода исследования крупномасштабных объектов, с меньшими интеллектуальными трудностями реализовать процесс автоматизации крупномасштабных систем, снизить требования к профессиональной подготовке коллектива разработчиков как субъекта процесса структурной идентификации, существенно уменьшить его продолжительность.

Отсутствие методологии имеет место при существенном научном интересе к проблеме структурной идентификации. Автором настоящей работы составлена библиография публикаций по проблеме структурной идентификации с 1937 по 2011 гг., содержащая ссылки на 49 книг, 40 обзоров и 89 статей. В подавляющем большинстве этих публикаций решается проблема разработки математических методов выбора наиболее предпочтительной модельной структуры из заданного набора модельных структур технического объекта (кратко – математических методов выбора).

Только небольшое число публикаций включают разделы, содержание которых можно в первом приближении отнести к исследованиям по различным аспектам методологии. Модельной структурой здесь называется семейство математических моделей технического объекта, параметризованное скалярным или векторным параметром с заданным множеством допустимых значений в евклидовом пространстве. Все параметры этого семейства выбираются таким образом, чтобы их эмпирические значения можно было определить на основе традиционных методов параметрической идентификации.

Направление исследований, которое нацелено преимущественно на решение проблемы разработки математических методов выбора, назовем традиционным. Это направление, по мнению автора настоящей работы, включает все публикации по проблеме структурной идентификации до начала 2015 года и продолжается в настоящее время. Возникновение и широкое развитие этого направления вызвано насущными потребностями науки и инженерной практики в вычислительных методах выбора типа математической модели реального объекта на основе обработки эмпирических данных о входных и выходных сигналах объекта.

Небольшое количество публикаций в области методологии вызвано значительными трудностями постановки проблем рационально организованной структурной идентификации из-за их междисциплинарного характера. Предполагается, что указанные трудности легче преодолеть, конкретизируя контекст и содержание решаемых междисциплинарных проблем. Для реализации этой идеи предлагается нетрадиционный подход к исследованию структурной идентификации. Его ключевые установки:

- изучение любого вида рационально организованной структурной идентификации на теоретическом уровне исследования необходимо осуществлять, рассматривая эту идентификацию как процесс практического познания технического объекта, системный объект и обязательную компоненту инженерной практики создания реальных технических систем с требуемыми свойствами в условиях априорной структурной неопределенности;
- методы и средства рациональной организации конкретного вида структурной идентификации необходимо разрабатывать на основе учета особенностей порождающей этот вид инженерной практики и применения общих положений системного, функционального и когнитивного подходов.

Представленные в настоящей работе результаты включают обоснование актуальности и практической значимости проблемы методологии структурной идентификации, постановку проблемы методологии и подход к ее решению, раскрытие содержания понятия «рациональная структурная идентификация». Истоком нового направления исследований являются работы [1-7]. Однако эти работы в совокупности создают только интеллектуальные основания для начала исследований.

1 Постановка проблемы методологии структурной идентификации

Проведенный анализ и синтез различных точек зрения на содержание структурной идентификации как определенной компоненты инженерной практики и полученные содержательные обобщения позволяют выдвинуть гипотезу о наличии у любой рационально организованной структурной идентификации трех базисных свойств:

- субъектом структурной идентификации является коллектив разработчиков САУ, который осуществляет практическое познание технического объекта как объекта управления, нацелен на построение его адекватной модельной структуры и мотивирован на создание реальной САУ с требуемыми свойствами;
- структурная идентификация является обязательной компонентой инженерной практики создания реальной САУ с требуемыми свойствами в условиях априорной структурной неопределенности;
- структурную идентификацию нельзя вычленивать из инженерной практики создания реальной САУ с требуемыми свойствами и рассматривать независимо и автономно от других процессов этой практики, не потеряв при этом существенных для ее функционирования связей.

Указанные базисные свойства занимают особое место в составе методологии структурной идентификации, задавая начальное общее представление о рационально организованной структурной идентификации. Центральный вопрос проблемы методологии сформулируем следующим образом. Какой должна быть методология, чтобы на основе ее методов и средств профессионально подготовленные коллективы разработчиков могли организовать процесс выдвижения гипотез об адекватной модельной структуре технического объекта, способных выдержать в системном

окружении структурной идентификации заданную разработчиками всестороннюю проверку на соответствие объективной реальности? Адекватной модельной структурой технического объекта здесь называется модельная структура, которая обладает двумя основными свойствами. Во-первых, она представляет технический объект в математической формулировке адекватной задачи синтеза закона управления техническим объектом. Во-вторых, на основе указанной модельной структуры коллектив разработчиков в процессе научно организованной параметрической идентификации может построить адекватную математическую модель технического объекта.

Предлагается для решения проблемы методологии в первую очередь разрабатывать системно-функциональную эталонную модель поведения субъекта структурной идентификации и эталонную модель ключевых познавательных установок субъекта. Считается, что методология может быть успешно разработана, если ее содержание будет основываться на трех постулированных базисных свойствах рационально организованной структурной идентификации.

2 Понятие о рациональной структурной идентификации

Рациональной структурной идентификацией называется итерационный процесс порождения и первичной проверки гипотез об адекватной модельной структуре технического объекта на основе анализа и синтеза знаний и эмпирических данных об этом объекте, целью которого является выдвижение гипотез, способных выдержать в системном окружении рациональной структурной идентификации заданную коллективом разработчиков САУ всестороннюю проверку на соответствие объективной реальности.

Рациональная структурная идентификация состоит из познавательной деятельности коллектива разработчиков САУ и процессов функционирования технических средств. Поведение субъекта рациональной структурной идентификации представляет собой итерационный процесс, каждая итерация которого включает четыре стадии:

- 1) содержательная постановка проблемы отыскания адекватной модельной структуры технического объекта;
- 2) определение наиболее предпочтительных (с точки зрения определенных показателей) гипотез об адекватной модельной структуре;
- 3) экспертное оценивание и анализ наиболее предпочтительных гипотез об адекватной модельной структуре;
- 4) принятие решения о переходе к следующей итерации поведения субъекта или решения о начале всесторонней проверки в системном окружении структурной идентификации наиболее предпочтительных гипотез, определенных на стадии 2) и прошедших первичную проверку на стадии 3).

Вторая стадия итерации включает четыре этапа:

- 1) экспертный анализ причин отклонения гипотез об адекватной модельной структуре, исследованных в системном окружении рациональной структурной идентификации до начала текущей итерации;
- 2) формирование набора рабочих гипотез об адекватной модельной структуре;
- 3) отбор приемлемых (с точки зрения разработчиков) методов выбора наиболее предпочтительной гипотезы из заданного набора рабочих гипотез;
- 4) определение наиболее предпочтительных гипотез об адекватной модельной структуре с помощью приемлемых методов выбора.

Цель первого и второго этапов второй стадии – формирование такого набора рабочих гипотез, в котором хотя бы одна гипотеза содержит точное математическое описание адекватной модельной структуры, т.е. является верной гипотезой. Цель третьего и четвертого этапов второй стадии – выбор верной гипотезы из имеющегося набора рабочих гипотез в случае, если этот набор содержит верную гипотезу.

Литература

1. *Isermann R.* New result on the identification of processes // *Automatica*. 1971. Vol. 7. № 2. – P.191-197.
2. *Aizerman M.A.* A Man and a Collective as Elements of a Control System // *Automation and Remote Control*. 1975. Vol. 36. № 5. Part 1. – P.776-785.
3. *Eykhoff P.* System Identification: Parameter and State Estimation. London: Wiley, 1974. – 555p.
4. *Eykhoff P.* Identification Theory: Practical Implications and Limitations // *Proceeding of the 4th IMEKO Symposium on Measurement and Estimation, Bressanone (Brixen), Italy, May 8-12, 1984.* – P.VI-XVI.
5. *Ljung L.* System Identification – Theory for User. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1987. – 519p.

6. *Ljung L.* Perspectives on System Identification // Plenary Papers, Milestone Reports & Selected Survey Papers of 17th IFAC World Congress. Seoul, Korea. July 2008. – P.47-59.
7. *Ginsberg K.S.* System Laws and Identification Theory // Automation and Remote Control. 2002. Vol. 63. № 5. – P.838-849.