

Эталонная модель рационального поведения субъекта структурной идентификации для цели проектирования реальных систем автоматического управления с требуемыми свойствами

*К.С. Гинсберг,
с.н.с., к.т.н., доц., ginsberg@mail.ru,
ИПУ РАН, г. Москва*

Представлены различные традиционные блок-схемы этапов идентификации реального объекта. Обсуждаются их назначение и недостатки. Разрабатывается блок-схема системно-функциональной эталонной модели рационального поведения субъекта структурной идентификации для цели проектирования реальных систем автоматического управления с требуемыми свойствами.

Various traditional block diagrams of stages of identification of real object are presented. Their purpose and disadvantages are discussed. The block diagram of systemic-functional reference model of rational behavior of the subject of structure identification for the purpose of designing of real automatic control systems with the required properties is developed.

Введение

В докладе приведены различные традиционные блок-схемы этапов поиска приемлемой математической модели реального объекта на основе экспериментальных данных о его входных и выходных сигналах. В период с середины 60-х годов по начало 90-х годов XX века эти блок-схемы присутствовали в большинстве научных книг по идентификации систем, в которых излагались и разрабатывались математические методы идентификации. Каждый блок этих схем можно рассматривать как описание определенной функции специалистов по идентификации систем, которые организуют и осуществляют математическое моделирование технического объекта. Анализ традиционных схем показывает, что они дают только предельно общее представление о человеческой деятельности в процессе структурной идентификации реального объекта, т.е. в процессе выбора типа математической модели реального объекта на основе обработки измерений его входных и выходных сигналов. Поэтому их, например, нельзя рассматривать в качестве эталонных моделей поведения коллектива разработчиков САУ в процессе структурной идентификации. Эталонной моделью здесь называется модель для «подражания», которая представляет собой концептуальное описание эталона поведения разработчиков САУ в структурных идентификациях для различных технических объектов. Недостатки традиционных блок-схем обусловлены влиянием доминирующего в научных исследованиях, начиная с 70-х годов XX века по настоящее время, общего подхода к проблеме структурной идентификации. Этот подход нацеливает исследователя на рассмотрение данной проблемы только, в общем и целом, не стимулируя его к изучению различных видов структурной идентификации и к учету инженерного контекста их реализации.

Предложено: 1) перейти от исследований структурной идентификации в общем и целом к исследованию различных видов этой идентификации, возникающих в современной инженерной практике; 2) формировать содержание конкретного вида структурной идентификации на основе учета особенностей порождающей этот вид инженерной практики и применения научных конкретизаций и детализаций общих положений системного, функционального, статистического и когнитивного подходов.

Например, особенности инженерной практики создания САУ с требуемыми свойствами в условиях априорной структурной неопределенности предлагается учесть в структурной идентификации в виде следующих 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 – обязательный компонент 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. Целью структурной идентификации является выдвижение гипотез, содержащих точное математическое описание адекватной модельной структуры технического объекта. На основе предлагаемого подхода разработана блок-схема эталонной модели рационального поведения субъекта структурной идентификации для цели проектирования реальных систем автоматического управления (САУ) с требуемыми свойствами.

1. Традиционные блок-схемы этапов идентификации

Традиционными блок-схемами идентификации будем называть блок-схемы этапов поиска приемлемой математической модели реального объекта, представленные в различных научных работах в области идентификации систем в период с середины 60-х годов по начало 90-х годов XX века. В частности, эти блок-схемы содержатся в работах [1, с. 35], [2, с. 53], [3, с. 7], [4, с. 21]], [5, р. XIV], [6, с. 26]. В настоящем докладе указанные схемы изображены на рисунках 1-6. Надпись под любым рисунком содержит ссылку на работу, в которой содержится оригинал рисунка. Название рисунка полностью соответствует названию оригинала. Поэтому оно выделено кавычками. В работах [1-6] эти блок-схемы выполняли две функции. Во-первых, иллюстрировали сложность процесса идентификации. Во-вторых, позволяли авторам указать, на каких этапах идентификации следует применять разработанные математические методы идентификации. Считается, что схемы на рис. 1-6 адекватно отражают основные свойства традиционных блок-схемами идентификации реальных объектов.



рис. 1. «Этапы итеративного подхода к построению модели» [1, с. 35]

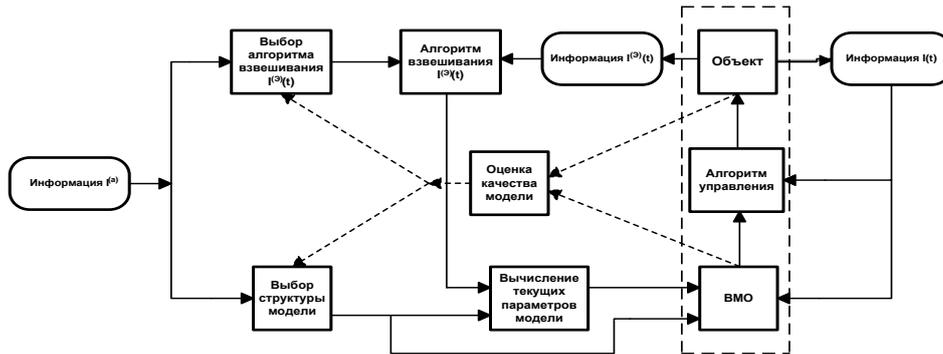


рис. 2. «Схема поэтапного решения задачи построения восстановленной модели» [2, с. 53]

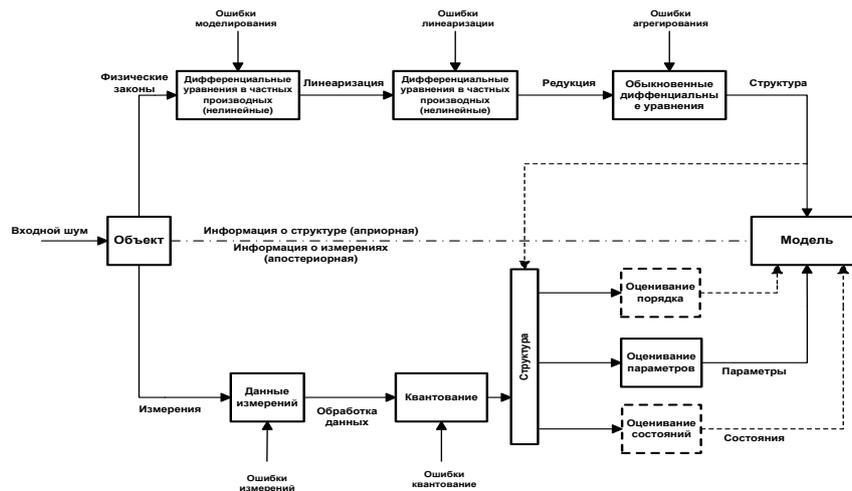


рис. 3. «Схема идентификации» [3, с. 7]

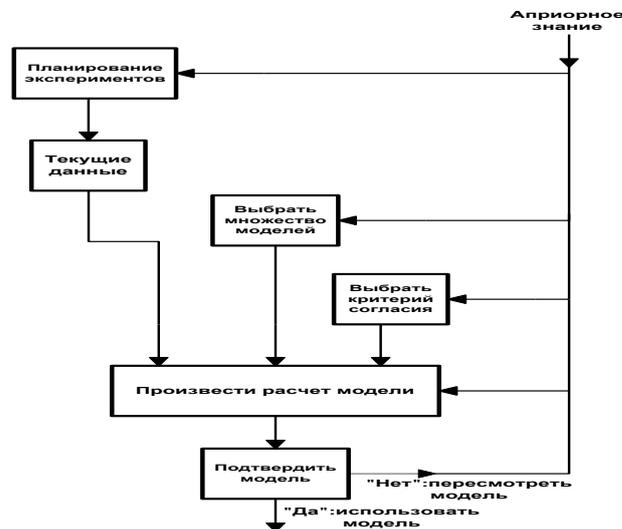


рис. 4. «Контур идентификации системы» [4, с. 21]

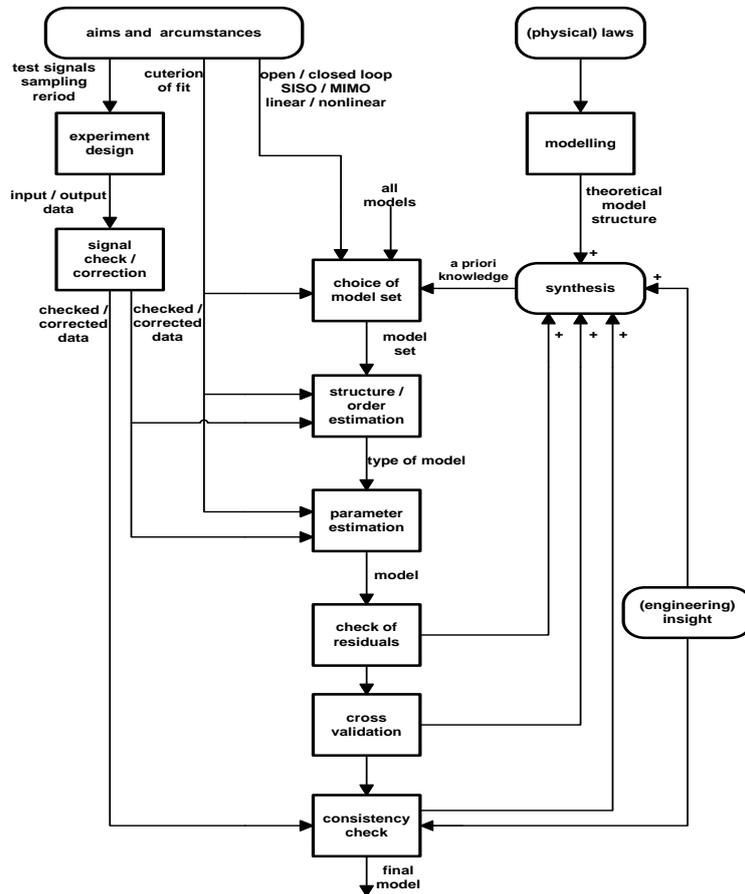


рис. 5. «Step in the identification procedure» [5, p. XIV]

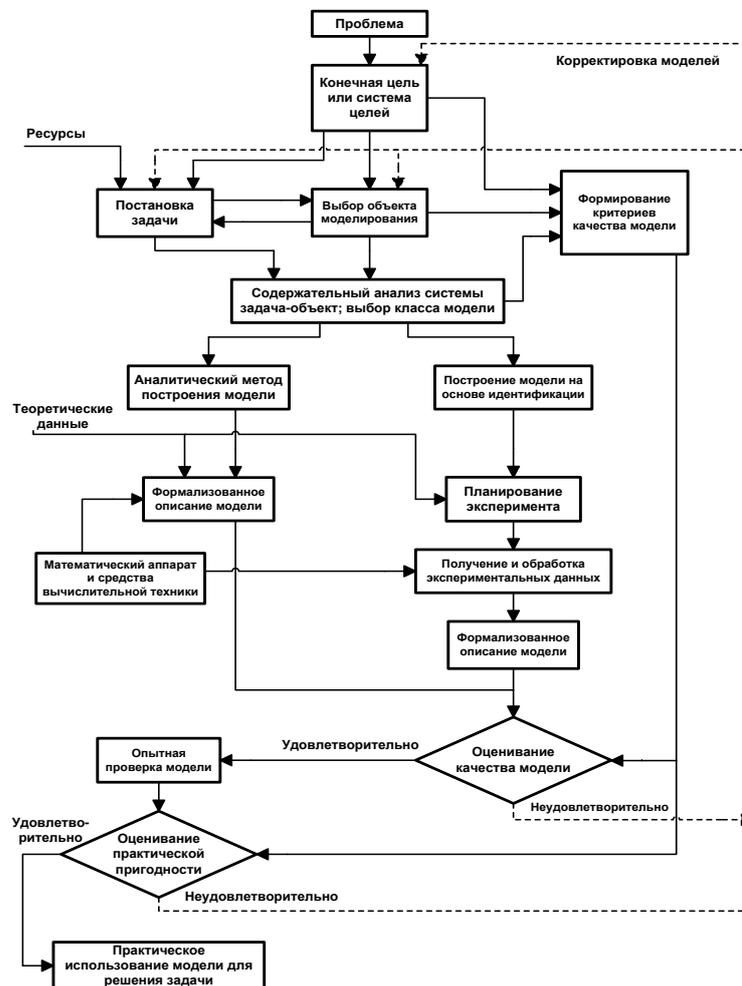


рис. 6. «Обобщённая схема построения модели» [6, с. 26]

Представляется, что блок-схемы идентификации, изображенные на рис. 1-6, могут быть использованы в качестве начальной основы при построении эталонных моделей рационального поведения коллектива разработчиков САУ в структурной идентификации технического объекта. Однако только в качестве начальной основы. В существующем виде эти блок-схемы слабо регламентируют поведение коллектива разработчиков, намечая лишь общие «контуры» его возможного поведения. Для того, чтобы стать эффективным средством информационной поддержки, эти блок-схемы необходимо существенно конкретизировать и детализировать.

2. Блок-схема эталонной модели рационального поведения субъекта структурной идентификации

При разработке блок-схемы на рис. 7 использовались следующие сокращения, термины и понятия:

- АМС – адекватная модельная структура технического объекта; СТИ – структурная идентификация;
- модельная структура – 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;
- адекватная модельная структура – модельная структура, на основе которой коллектив разработчиков в процессе научно организованной параметрической идентификации может построить адекватную математическую модель технического объекта;
- адекватная математическая модель технического объекта – математическая модель, имеющая такой уровень функционального подобия моделируемому объекту, при котором на основе этой модели коллектив разработчиков может создать реальную САУ с требуемыми свойствами, т.е. САУ, удовлетворяющую требованиям заказчика в отношении ее статических и динамических свойств;
- предполагаемое решение проблемы – наиболее предпочтительная гипотеза об АМС, имеющая по результатам ее первичной проверки на 6-7 этапах текущей итерации рационального поведения значимое, с точки зрения разработчиков САУ, подтверждение, которое недостаточно для начала практического применения этой гипотезы;



рис. 7. Системно-функциональная эталонная модель рационального поведения разработчиков САУ в структурной идентификации

- приемлемое решение проблемы – наиболее предпочтительная гипотеза, имеющая по результатам ее испытаний в системном окружении рациональной структурной идентификации достаточное, с точки зрения разработчиков, подтверждение для начала ее практического применения;
- каждая рабочая гипотеза представляет собой предположение, что определенная модельная структура является адекватной модельной структурой технического объекта.

Заключение

Есть веские основания считать, что имеется существенное несоответствие между достигнутым уровнем научных знаний о проблеме структурной идентификации и требуемым уровнем, необходимым для ее адекватного (с точки зрения инженерной практики) решения. Представляется, что дальнейшая конкретизация этой проблемы и разработка специальных методов решения позволит преодолеть имеющийся разрыв и создать необходимое научное знание.

Литература

1. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление: пер. с англ. / Дж. Бокс, Г. Дженкис. М.: Мир, 1974. 408 с.
2. Перельман И.И. Оперативная идентификация объектов управления. / И.И. Перельман. М.: Энергоиздат, 1982. 272 с.
3. Эйкхофф П. Современные методы идентификации систем: пер. с англ. / П. Эйкхофф, А. Ванечек, Е. Савараги, Т. Созда, Т. Накамизо, Х. Акаике, Н. Райбман, В. Петерка / Под ред. П. Эйкхоффа. М.: Мир, 1984. 400 с.
4. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователей: пер. с англ. / Л. Льюнг. М.: Наука, 1991. 432 с.
5. Eukhoff 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.
6. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика / Я.Г. Неуймин. Л.: Наука. 1984. 190 с.