

УДК 681.142.4  
621.382.001.5

## К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

**Ю.Я. Кузьмин**  
(Рига)

Под системами автоматического наблюдения (САН) будем понимать системы, предназначенные для получения информации об объекте с помощью измерения его параметров, сопоставления объекта с некоторой моделью или другими способами при минимальном непосредственном участии человека.

В последнее время подобные системы находят все большее применение в научно-исследовательской практике [1, 7-10]. Это объясняется целым рядом обстоятельств.

1. Необходимость проведения комплексных исследований требует объединения научной аппаратуры в сложные системы.

2. Ручное управление сложными системами малоэффективно. Идея автоматизации, вначале частичной, а затем полной, кажется вполне естественной.

3. К этой же идее исследователь приходит и при постановке массовых экспресс-исследований, а также в ряде других случаев.

Все это делает актуальным рассмотрение общих вопросов, связанных с классификацией САН, принципами их построения и функционирования, математического обеспечения и т.п.

Правильное решение вопроса о классификации систем и месте САН имеет немаловажное решение, ибо позволяет осуществить более целесообразный подход к общим принципам построения САН. Одна из возможных (предварительных) схем классификации может быть следующей (см. таблицу).

Центральное место в схеме отводится понятию системы, которую можно определить следующим образом [2]. Пусть имеется некоторый набор элементов  $\mathfrak{Z}_1, \mathfrak{Z}_2, \mathfrak{Z}_3, \dots, \mathfrak{Z}_n$  определенных на некотором базисе (В). Под с и с т е м о й (С) будем понимать некоторое собственное подмножество прямого произведения  $\mathfrak{Z}_1 \times \mathfrak{Z}_2 \times \dots \times \mathfrak{Z}_n$ .

Далее следует по порядку основные классы систем [2-6], при этом каждый раз упоминание о комбинированной системе опускается.

И. Терминальные и целенаправленные системы. В первом случае поведение системы рассматривается как некоторое отображение одного множества (входные величины и состояния) в другое. Во втором случае поведение системы рассматривается в свете некоторых инвариантностей, которые и отражают цель системы.

П. Автоматические и неавтоматические системы различаются по степени непосредственного участия человека в процессе функционирования системы.

Н. Детерминированные системы от индетерминированных отличает присутствие каких-либо внешних, по отношению к системе, воздействий.

Ю. К числу однородных отнесем системы, построенные из некоторого набора стандартных элементов, в противном случае отнесем их к неоднородным.

У. Распределенными в отличие от сосредоточенных назовем системы, состоящие из отдельных блоков, находящихся на значительном пространственном удалении друг от друга.

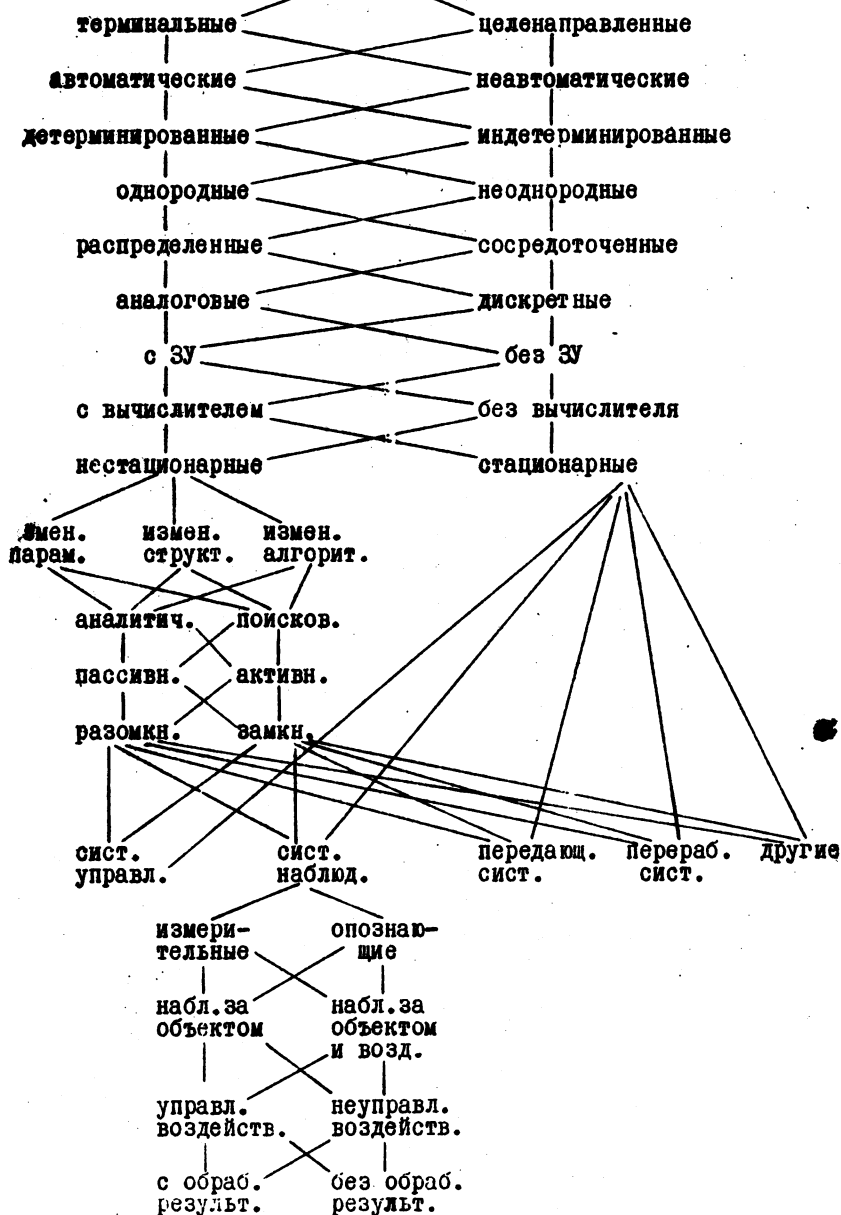
УИ. По характеру работы элементов, системы можно разделить на аналоговые и дискретные.

УП. Системы могут быть с запоминающим устройством или без него. В первом случае они могут иметь одностороннее или двустороннее запоминающее устройство.

УШ. Весьма важным признаком, различающим современные системы, является наличие универсального или специализированного вычислителя.

Т а б л и ц а

с и с т е м ы



IX. Стабильность или изменчивость параметров, структуры и алгоритмов функционирования систем разделяет их на стационарные и нестационарные.

В последних, в свою очередь, можно выделить три интересных признака [6]:

а) если изменения подготавливаются расчетным, аналитическим путем, то систему назовем аналитической, если одним из способов поиска, то поисковой;

б) если изменения происходят на основе априорной информации - то имеем дело с пассивными системами, если на основе текущей - то с активными;

в) если в системе не производится самоанализ успешности изменений - то система называется разомкнутой, в противном случае - замкнутой.

X. По цели функционирования системы подразделяются на системы наблюдения (получения информации), управления, передачи информации и переработки информации [5].

Интересующие нас наблюдающие системы можно в свою очередь разделить, независимо друг от друга, на системы

- измерительные и опознающие;
- наблюдающие за объектом и за воздействиями на него, либо только за объектом;
- управляющие воздействиями на объект и неуправляющие;
- с обработкой результатов наблюдения и без нее и т.п.

В Проблемной лаборатории физики полупроводников разработано несколько систем наблюдения, предназначенных для исследования электрических, термических и оптических свойств твердых тел, главным образом высокоомных полупроводниковых материалов.

Системы наблюдения проектировались в нескольких модификациях.

В первой модификации система создается как комплексная, с автоматизированными отдельными циклами, централизованным пультом и ручным управлением. Такие системы являются относительно универсальными и дешевыми, однако их производительность используется далеко не полностью, из-за малых скоростей ручного управления и обработки информации. Жесткие программы, закоммутированные в управляющих автоматах, также ограничивают возможности этой модификации.

Вторая модификация представляет собой систему унифицированных блоков, стыкующихся между собой и со специализированной управляющей машиной, по сути дела это проблемно-ориентированная САН. При этом появляется возможность постепенно увеличивать количество таких блоков по мере усложнения эксперимента. Стандартизация позволяет производить перегруппировку блоков между различными системами, создает единую базу элементов, единые условия эксплуатации и дает ряд других преимуществ. Построение подобных САН позволяет осуществить принцип последовательной автоматизации, т.е. не начинать с покупки дорогостоящей управляющей вычислительной машины, а заканчивать ее при возникающей необходимости.

Предпосылки 2-й модификации заключаются в первой. В Проблемной лаборатории физики полупроводников были разработаны специальные стандартные универсальные блоки:

- опико-механический универсальный стол с криостатом для исследований в вакууме порядка  $10^{-6}$  мм рт.ст. и при низких температурах;
- ряд прецизионных источников воздействий с цифровым управлением (регулятор температуры, монохроматор, источник напряжений);
- точные аналого-цифровые преобразователи для измерения слабых токов в высокоомных цепях и температуры;
- ХУ-осциллограф с большим экраном для наблюдения за экспериментом и ряд других узлов.

Построенная специализированная машина [II] для управления этими блоками имеет удовлетворительную для данного класса опытов систему команд, встроенную систему минимизации программы во времени, содержит сумматор и оперативное запоминающее устройство. Машина позволяет вести поисковые исследования (без заранее известного алгоритма) вручную, затем зацикливать найденные алгоритмы. Предусмотрена связь машины с любой другой находящейся на удалении.

Основной недостаток проблемно-ориентированных САН состоит в том, что решение широкого класса задач затруднено, а при необходимости построения комплекса подобных САН, эффективность использования совокупности разрозненных специализированных машин становится гораздо меньше, чем эффективность единой вычислительной системы или универсальной машины, обслуживающей несколько точек. Выводы из этих соображений и лежат в основе третьей модификации САН, которая строится как система измери-

тельных ячеек с некоторым минимумом управляющих автоматов и возможность ручного управления экспериментом. Эта система через специальные сопрягающие устройства связывается с центральной универсальной машиной, на которой, по сути дела, моделируются функции специализированных машин.

В настоящее время в Проблемной лаборатории физики полупроводников успешно действует первая измерительная ячейка, использующая эти идеи [7, 8]. В качестве универсальной машины (УМ) работает "Днепр-1". При увеличении числа измерительных ячеек намечено поставить еще несколько (УМ).

САН этой модификации обладает рядом достоинств, основные из которых:

а) высокий темп эксперимента (в 5 + 10 раз больше ручного);

б) относительная простота источников воздействий, измерителей и других узлов системы, это обусловлено тем, что ряд функций возложено на УМ;

в) имеется возможность использования весьма сложных и универсальных алгоритмов управления и обработки;

г) более эффективно используется комплексная аппаратура и т.п.

Однако наряду с этим выявлен целый ряд недостатков. Выполнение любой элементарной с точки зрения исследователя операции идет через набор машинных кодов и связано с программированием, отладкой и др. длительными процессами. Такая ситуация затрудняет оперативное изменение программы эксперимента. Желательно иметь систему программирования типа "Алгол", максимально соответствующую реальным требованиям научного эксперимента.

Желательно, чтобы имелись промышленные устройства связи измерительных систем с машиной, более соответствующие требованиям эксперимента как с точки зрения чувствительности, так быстроедействие и др. параметров.

Опыт эксплуатации САН [7-9] показывает их высокую эффективность, которая в десятки, а иногда в сотни раз превышает эффективность систем с полностью ручным управлением. Особенно большие перспективы открываются перед нестационарными системами, специальная организация которых наделяет их способностью к обучению и приспособлению.

## Л и т е р а т у р а

1. К.Б. Карандеев, Вестник АН СССР, 1961, № 10, с.58-59.
2. М.Д. Месарович. "Общая теория систем", Изд-во "Мир", 1966.
3. Р. Ли. Оптимальные оценки, определение характеристик и управление, Изд-во "Наука", 1966.
4. Э.В. Евреиннов, Ю.Г. Косарев. Однородные универсальные вычислительные системы высокой производительности. Новосибирск, 1966.
5. В.В. Солодовников. "Применение вычислительной техники для автоматизации производства, Москва, 1966.
6. В.В. Солодовников. Аналитические самонастраивающиеся системы автоматического управления. Изд-во "Машиностроение, 1965.
7. А.А. Портнов и др. Тезисы XV Совещания по люминесценции, Тбилиси, 1966.
8. А.Н. Трухин и др. (там же).
9. И.С. Дискер. - Вычислительные системы, Новосибирск, 1969. вып. 8.
10. Э.В. Евреиннов и Ю.Г. Косарев (там же).
11. А.А. Бернун, Ю.Я. Кузьмин. В данном сборнике.