

# ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ\*

Г. ЧОГОВАДЗЕ

Кафедра АСУ Грузинского Политехнического института г. Тбилиси

Представлено проф. Ф. Чаки

Поступила в редакцию 8 ноября 1973 г.

В настоящей работе под термином автоматизированной системы управления (АСУ) химического производства понимается совокупность коллектива людей и комплекса технических средств с информационным и математическим обеспечением, объединенных для выполнения функций управления. При проектировании АСУ необходимо решить большое количество различных проблем. В связи с небольшим объемом статьи решено остановиться только на освещении вопросов, связанных с проектированием информационного и математического обеспечения такого рода систем. Материалом для настоящей работы послужили исследования автора в Грузинском Политехническом институте г. Тбилиси (ГПИ).

Математическое обеспечение АСУ должно обеспечить обработку экономической информации и процесс выработки управляющих воздействий. Формальным отображением процессов производственно-экономической деятельности предприятий служит так называемый граф показателей, дуги которого отображают информационные связи между показателями, а вершины — алгоритмы расчета и наименования показателей. Если этот граф упорядочить по входимости дуг снизу вверх, то на первом уровне графа окажутся показатели-нормативы и показатели-измеряемые величины. Цели управления (такие как себестоимость, прибыль, производительность) обычно отождествляются с показателями, находящимися на верхних уровнях графа. Решение технических, информационных и организационных проблем, связанных с машинизированным расчетом показателей, объединенных в граф показателей, приводит к созданию системы автоматизированной обработки данных.

Ее создание является, как правило, первой очередью работ по проектированию АСУ. Впоследствии показатели, находящиеся на нижнем уровне графа, в число которых входят и параметры управления, начинают связывать друг с другом и с показателями, лежащими на более высоких уровнях графа, с помощью математических моделей технологических процессов. При этом по-

\* Текст доклада, прочитанного на Кафедре автоматизации в 1974 г.

является возможность оценить влияние выбираемых значений управляемых параметров на степень достижения целей управления и, следовательно, выбрать оптимальные управляющие воздействия.

Одной из наиболее сложных проблем, возникающих при проектировании АСУ химических производств, является построение математических моделей химических процессов, без которых оптимальное управление практически невозможно. Сложность этой проблемы определяется с одной стороны малой изученностью и высокой степенью индивидуальности используемых в современной промышленности технологических процессов, с другой стороны — отсутствием мощных математических средств, с помощью которых можно было бы исследовать сложные многомерные динамические зависимости.

Можно утверждать, что даже возможности имеющегося математического аппарата большинством исследователей используются не полностью. С целью упрощения работ по составлению математических моделей нами предлагается использование системы автоматизированного составления математических описаний (САСМО). Она предназначена для упорядочивания, стандартизации и регламентации деятельности исследователя, целью которого является создание математических моделей химико-технологических процессов.

В настоящее время эта система рассчитана на применение двух подходов к построению математических моделей. Первый подход, называемый экспериментально-статистическим, предполагает отсутствие каких бы то ни было сведений о исследуемом процессе. В этом случае исследователь с помощью активных или пассивных экспериментов определяет вид и параметры интересующих его зависимостей. Нельзя утверждать, что полученные таким образом зависимости описывают поведение объекта. Они лишь аппроксимируют его в области экспериментов. Такой подход применяется, как правило, когда исследуемый процесс теоретически не изучен.

В тех же случаях, когда физико-химические свойства процессов изучены достаточно глубоко, используют другой подход, называемый аналитико-экспериментальным. В этом случае исследователь аналитически строит модель процесса, параметры которой определяются экспериментально. При всём различии этих двух подходов они используют одни и те же математические методы, связанные с определением параметров зависимостей заданного вида.

В основе САСМО лежит общее информационное обеспечение, не зависящее от используемого подхода. Это информационное обеспечение состоит из различных описаний, соответствующих различным этапам изучения процессов. Среди этих этапов следует выделить этап предварительного изучения с описанием на уровне наименований управляемых, неуправляемых и выходных параметров, этап экспериментирования с описанием на уровне координат экспериментов и полученных результатов, и, наконец, этап моделирования с

описанием на уровне математических зависимостей со значениями входящих в них параметров.

Мы считаем, что в настоящее время прогресс в области моделирования химико-технологических процессов сдерживается отсутствием обмена информацией между исследователями о экспериментах с процессом и с ЭВМ.

Рассматриваемая в настоящей работе система САСМО, а также использование машин серии ЕС—ЭВМ, общих для социалистических стран, позволили бы организовать этот обмен на уровне информационных массивов. Возможная реализация языков описания для каждого из этапов в настоящее время имеется в ГПИ и при необходимости может стать предметом широкого обсуждения.

Дальнейшее содержание настоящей работы посвящено изложению технологии исследования, которая должна быть реализована в системе такого типа.

Математическое обеспечение САСМО можно разделить на две части. К первой части отнесём совокупность методов ведения банка данных системы и операционную систему. Вторая часть состоит из математических методов обработки банка данных. В первую часть, кроме операционной системы, должны быть включены:

1. Способы контроля правильности обращений и правильности использования системы наименований;
2. Способы ввода описаний процессов;
3. Способы переноса информации из личного архива пользователя в архив системы;
4. Способы вывода описаний различных типов;
5. Способы присвоения наименований.

Во вторую часть включаются математические методы по обработке вводимой в ЭВМ информации. Эту часть математического обеспечения будем рассматривать по этапам проводимых исследований. Рассмотрение этапов начнём с использования экспериментально-статистического подхода.

Первый этап в этом случае заключается в определении характеристик каждого из параметров процесса отдельно. К числу статистических характеристик следует отнести математическое ожидание, дисперсию, корреляционную функцию, спектральную плотность и закон распределения. В случае, если при описании данного параметра указано, что он изменяется по неслучайной неизвестной функции, то на этом этапе она должна быть определена. Если измерения этой функции заданы через равные интервалы, то наиболее эффективно применение полиномов Чебышева. В противном случае следует использовать методику регрессионного анализа.

Следующий этап заключается в определении тех параметров и их взаимодействий, которые должны быть включены в математическую модель. Для реализации этого этапа возможно проведение специальных экспериментов,

либо использование результатов пассивных наблюдений. С нашей точки зрения исследователь на этом этапе должен иметь возможность пользоваться методом случайного баланса, дисперсионным анализом и методом экспертных оценок. Последнее означает, что в математическое обеспечение машины должны быть включены способы обработки результатов экспертных оценок, с использованием статистических критериев.

Следующий этап заключается в задании вида математической модели и определении неизвестных параметров, входящих в её состав. В случае, когда для этой цели используются результаты пассивных наблюдений, исследователь должен иметь возможность использовать методы корреляционного и регрессионного анализов. Для случаев применения активных экспериментов ЭВМ должна иметь возможность составлять планы экспериментов для задаваемого исследователем критерия оптимальности плана. Обработка результатов экспериментов, полученных с помощью активного планирования, должна также производиться с помощью ЭВМ. Для исследования динамических моделей необходимо применение специальных методов, например, фильтров Калмана. Статистический анализ найденных параметров математических моделей должен производиться с помощью известных статистических критериев.

Дополнительными математическими методами, которые обеспечивают реализацию второго подхода, являются методы аналитического преобразования выражений, такие как аналитическое интегрирование, аналитическое дифференцирование, слияние уравнений, их преобразование и т. д. Большой объем среди этих методов занимают методы эквивалентного программирования. С их помощью исследователь получает возможность, составив математическое описание отдельных частей процесса или отдельных сторон химико-технологического процесса, строить и преобразовывать математическое описание процесса в целом. Эти математические методы позволят избавить исследователя от больших затрат времени на аналитические преобразования. Здесь же отметим, что для реализации аналитико-экспериментального подхода в информационном обеспечении должны храниться математические модели элементарных процессов, из которых, как из кирпичей, исследователь-аналитик строит математическую модель химико-технологического процесса.

Необходимо подчеркнуть, что использование такой системы не заменяет исследователя, а избавляет его от большого объема формальной работы по поиску информации, её обработке и оценке результатов.

При использовании САСМО исследователь работает в режиме, схема которого изображена на рис 1. Схема наглядно показывает взаимодействие между человеком, химико-технологическим процессом, ЭВМ и банком данных и не нуждается в подробных объяснениях. Отметим, что описанная выше последовательность этапов соблюдается лишь для идеального случая. На практике исследователь будет многократно повторять один и тот же этап, используя различные математические методы, возвращаться к предыдущим

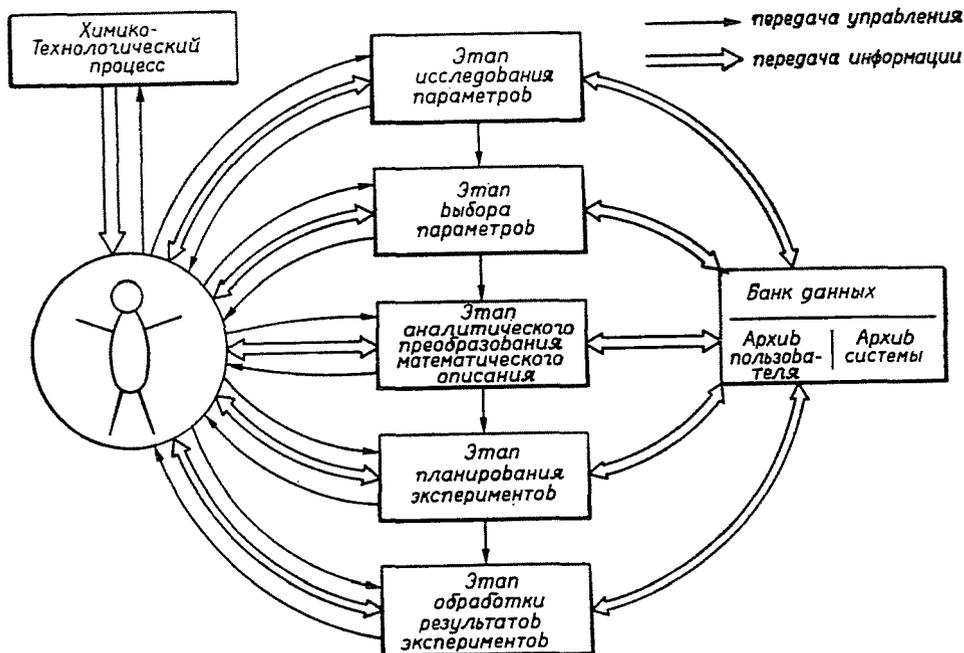


Рис. 1

этапам и вообще устанавливать необходимую для данного конкретного случая последовательность этапов.

Использование такого типа системы на наш взгляд должно привести к повышению уровня исследований в области построения математических моделей, к широкому использованию результатов опытов, проводимых в других местах и другими исследователями, к сокращению времени и средств, затрачиваемых на проектирование АСУ химических производств.

### Резюме

В статье рассматриваются вопросы, связанные с проектированием математического обеспечения автоматизированных систем управления химических предприятий.

Предлагается применение системы автоматизированного составления математических описаний (САСМО) для построения математических моделей химико-технологических процессов, рассматриваются этапы построения САСМО.

Доцент Гоча ЧОГОВАДЗЕ,  
 Зав. Кафедрой АСУ Грузинского  
 Политехнического института СССР