

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Л. СИМАНАУСКАС

Опыт, накопленный при разработке алгоритмов автоматизированных систем управления предприятиями (АСУП), а также анализ методов и подходов к этим проблемам других организаций показывает, что отсутствует единая методология построения процессов обработки экономической информации вообще и алгоритмов в частности. Это связано рядом объективных и субъективных причин, наиболее важными из которых являются: недостаточное внимание проектировщиков АСУП вопросам разработки алгоритмов; слишком свободное толкование понятия алгоритма, слабая изученность роли и места алгоритмов при постановке задач, проектировании организации информационного фонда системы, построении процессов обработки массивов информации на электронных вычислительных машинах (ЭВМ); разнообразие применяемых ЭВМ и их запоминающих устройств; использование различных алгоритмических языков, систем программирования и других программных средств; отсутствие единых методических материалов по разработке алгоритмов, детализации отдельных их частей.

В последние годы все больше внимания уделяется обобщению опыта, накапливаемого при алгоритмизации конкретных экономических задач и их комплексов. На основании этого и создаются методики разработки алгоритмов задач АСУП, стандартизируются средства их представления. Однако отсутствие в этой области достаточной определенности и ясности заставляет большинство разработчиков искать частных решений. Для этого, например, разрабатываются специальные алгоритмические системы [1], делаются попытки обобщить опыт разработки алгоритмов АСУП [3], изучаются возможности построения специальных систем программного обеспечения [6], разрабатываются специальные системы формирования информационных массивов и определенных машинограмм и т. п. Ведутся также работы по типизации составных элементов АСУП (подсистем, задач, алгоритмов, программных модулей), что позволяет уменьшить многообразие путем сведения его к небольшому числу выбранных типов элементов. В этом направлении проведена большая, хотя еще и неполная работа по разработке типовых проектных решений для АСУП, где объектами типизации являются задачи и их алгоритмы [6].

Для уточнения понятия алгоритма и его основных особенностей были рассмотрены абстрактные алгоритмические системы, изложенные в указанной литературе [4], [5]. Более подробная характеристика особенностей этих систем дана в [5], а здесь отметим лишь основные моменты, имеющие прямое отношение к рассматриваемому вопросу.

Абстрактная теория алгоритмов рассматривает общие принципы построения алгоритмов, их сложность и способы оценки, но точного и строгого определения алгоритма не дает. Само понятие алгоритма появилось в математике при поиске решений некоторых проблем и при до-

казательстве их неразрешимости. Уже в рекурсивных функциях, которые являются первой абстрактной алгоритмической системой, было введено небольшое число элементарных операций и элементарных функций. Используя их строились любые рекурсивные функции (и являющихся соответствующими алгоритмами).

Наиболее ярко сама суть алгоритма раскрывается в нормальных алгоритмах Маркова [2]. Эти алгоритмы применяются к словам, состоящим из букв, которые входят в заранее установленный алфавит. Каждый нормальный алгоритм состоит из повелительных операторов, представляемых в виде формул подстановок. Правила применения этих формул определяют разветвление и повторение отдельных частей алгоритма. Алгоритм является применимым к исходному слову, если за конечное число шагов из него получается искомый результат (результатное слово). Поэтому под алгоритмом следует понимать определенным способом заданное предписание, определяющее процесс, при осуществлении которого за конечное число применений его операторов, т. е. за конечное число шагов из исходных данных, получается искомый результат. Из основных свойств алгоритмов — массовости, результативности и определенности — наиболее важной для алгоритмов АСУП является последнее, указывающее, что в алгоритмах не должно быть заранее не предусмотренных ветвлений и неоднозначностей в последовательности выполнения операторов.

Для описания алгоритмов задач АСУП абстрактные алгоритмические системы не пригодны, и поэтому здесь нужны другие методы и средства. С появлением ЭВМ первыми такими средствами были программы на машинном языке. Совершенствуя способы представления программ и алгоритмов, появились средства, позволяющие автоматизировать программирование — алгоритмические языки.

Опыт использования алгоритмических языков показывает, что каждый алгоритмический язык пригоден только для описания определенных процессов, построен с учетом возможностей и принципов организации обработки информации в конкретных ЭВМ. Кроме того, каждый транслятор, разработанный для конкретной ЭВМ, накладывает много дополнительных ограничений. При создании АСУП наиболее широкое распространение получил алгоритмический язык КОБОЛ и его вариант для ЭВМ «Минск-32», поэтому были проанализированы алгоритмы ряда АСУП, разработанные на этом алгоязыке. В этом аспекте были обследованы материалы типовых проектных решений по созданию АСУП [6], проектная документация АСУП мебельного комбината «Вильнюс», вильнюсских станкостроительных и некоторых других предприятий.

При создании АСУП алгоритмы разрабатываются в два этапа: на стадии технического проектирования, при постановке задач и на стадии рабочего проектирования — при составлении машинных программ. Алгоритмы технического проекта еще называют внешним алгоритмом работы системы, а рабочего проекта — внутренним [7].

На стадии технического проектирования алгоритмы разрабатываются отдельно для каждой задачи. Это, как правило, осуществляется еще не имея полного представления о всех массивах системы, т. е. не зная ее информационного фонда, и при наличии лишь общего представления о задаче, включающего экономическую и математическую постановку. В экономическую постановку входит ее содержательная характеристика (организационно-экономическая сущность), а в математическую — характеристика логики-математического решения, с указанием исходных и определяемых показателей, математической модели и метода решения.

Перед разработкой алгоритмов определяются исходные и производные массивы, а общий процесс обработки информации разбивается на блоки автономных операций (группы операций), т. е. составляется об-

щая схема решения, называемая схемой потоков данных. В рассмотренных АСУП в такие схемы на стадии технического проектирования часто включаются все операции создания массивов на машинных носителях. Эти операции в дальнейшем включаются в общую технологию формирования и ведения информационного фонда системы, но не являются существенными для непосредственного решения задачи на ЭВМ.

При разработке рабочего проекта на основании этих материалов разрабатываются технические процессы создания и ведения первичных массивов на машинных носителях, алгоритмы формирования вторичных массивов и машинограмм, и поэтому понятие «Задача» на этой стадии приобретает несколько иной смысл. Анализ ряда технических и рабочих проектов показывает, что эти расхождения являются довольно частыми и происходят потому, что каждая задача выделяется лишь исходя из характера организационной и экономической работы, без учета возможности ее реализации как единого целого. При постановке задач учитывается периодичность решения всей задачи, но в достаточной степени не анализируется, какие результаты необходимо получать в другие периоды, заранее не рассматриваются вопросы организации единого информационного фонда на машинных носителях; каждая задача рассматривается как автономная, для ее решения указываются необходимые первичные документы. Поэтому для анализа алгоритмов решения задач было более подробно рассмотрено само понятие задачи; под задачей понимается расчет или их группа, результатом которой является информация, передаваемая объектам управления. Эти результаты обычно оформляются в виде одной или нескольких машинограмм (отчетов), в одном периоде времени.

Такое понимание задачи позволяет более определенно отделить расчеты, выполняемые непосредственно при решении задачи, от работ по подготовке данных, переноса их на машинные носители, формирования постоянно хранимых производных массивов, необходимых для выполнения этих расчетов, т. е. отделить процессы формирования информационного фонда АСУП от процессов его использования. Это важно в первую очередь потому, что подготовка массивов на машинных носителях и в памяти ЭВМ выполняется обычно перед решением задачи и чаще всего по мере поступления этой информации.

Результаты обследования задач типовых проектных решений АСУП представлены в таблице 1, а комплекса АСУП мебельного комбината «Вильнюс» — в таблице 2. Во вторую графу этих таблиц включены только те блоки (программные модули), при выполнении которых на ЭВМ получают массивы с измененной структурной записью или машинограммой и не включены блоки перезаписи и корректировки массивов, а также их сортировки.

Получение промежуточных и результатных массивов характеризуют графы 3 и 4, а машинограмм — графа 5.

Анализ программных блоков АСУП мебельного комбината «Вильнюс» был проведен по материалам рабочего проекта, что позволило группировать эти блоки не по подсистемам, а по периодам решения.

Из таблиц 1 и 2 видно, что при работе каждого блока формируется в среднем не менее чем по одному массиву и лишь каждого второго-третьего блока — машинограмма. При этом, как показывает анализ вариантов общего процесса обработки массивов, довольно часто сперва формируются производные массивы, а лишь из них — машинограммы. Такие блоки для АСУП мебельного комбината «Вильнюс» составляют около 40%. Поэтому для анализа структуры самих алгоритмов целесообразно отдельно рассматривать алгоритмы формирования производных массивов и отдельно алгоритмы формирования машинограмм.

Таблица 1

Характеристика программных модулей формирования массивов и машинограмм в типовых проектных решениях АСУП

	К-во модулей	К-во массивов		К-во машинограмм
		промежуточных	результатных	
Управление технической подготовкой производства	52	88	2	22
Технико-экономическое планирование	192	212	6	50
Бухгалтерский учет	81	100	4	51
Оперативное управление основным производством	61	126	5	6
Управление материально-техническим снабжением	127	166	17	14
Управление сбытом и реализацией продукции	78	115	13	31
Всего	597	807	47	174

Таблица 2

Характеристики блоков формирования массивов и машинограмм в РП АСУП мебельного комбината «Вильнюс»

	К-во блоков	К-во массивов		К-во машинограмм
		промежуточные	результатные	
По требованию	14	16	3	5
Год	12	9	3	4
Квартал	37	30	16	21
Месяц	43	26	21	17
Полмесяца	4	4	3	3
Неделя	7	5	4	4
День	9	9	7	4
Всего	126	99	57	58

Алгоритмы формирования массивов можно различать по числу используемых исходных или по числу формируемых массивов. Анализ таких алгоритмов показывает, что они наиболее существенно различаются по числу исходных массивов, а при использовании не менее двух массивов — по их роли в формировании записи производного массива.

При использовании одного исходного формируется один или несколько производных массивов. Число формируемых массивов существенных изменений в алгоритмы не вносит. На это гораздо большее влияние оказывает способ формирования их записей, которые могут формироваться из каждой записи исходного массива или из их групп. В первом случае отдельные записи формируются при переносе в них некоторых (или всех) реквизитов записи исходного массива и без выполнения или с выполнением арифметических операций над реквизитами каждой записи. Более детальный анализ всех этих вариантов показал, что число переносимых реквизитов и выполняемых арифметических операций над ними существенных различий в структуру алгоритмов не вносят.

При формировании записей производного массива из нескольких записей исходного массива в каждую новую запись переносятся итоги, накопленные по одному из реквизитов-признаков. Кроме того, могут переноситься и другие, общие для этих записей реквизиты. Реквизит, по которому накапливаются итоги, называется ключевым признаком.

Основными операторами алгоритма (блоки при представлении алгоритма в виде блок-схемы) являются следующие:

- 1) подготовка исходного массива к чтению;
- 2) выделение записи исходного массива;
- 3) сравнение значений ключевых признаков записей с хранимыми в памяти ЭВМ значениями признаков предыдущей записи и, в зависимости от этого, переход к накоплению итогов или формированию записи нового массива (при формировании нового массива итогов);
- 4) формирование записи массива (с выполнением арифметических операций или без них);
- 5) запись сформированной записи на машинный носитель;
- 6) проверка конца исходного массива и остановка работы после формирования последней записи.

Здесь, как и почти во всех алгоритмах, обычно возникают вопросы, как показать обработку первой и остальных записей и как поступить после того, когда кончается исходный массив? Чаще всего операции обработки первой записи выделяются отдельно и выполняются только один раз.

При обработке двух массивов их записи для совместной обработки подбираются по значениям ключевых признаков. Один массив, как правило, принимается основным, и по значениям ключевых признаков его выбираются записи из другого массива, являющегося вспомогательным. В АСУП основными бывают массивы производственных программ, структур сборочных единиц и изделий, данных об отпущенных материальных ценностях, выполненной работе и др. Вспомогательными бывают массивы с трудовыми и материальными нормами, на выполнение операции, детали и сборочные единицы, расценками, ценами и другими данными, необходимыми для определения объема работ, плановых и фактических затрат на их выполнение.

Анализ алгоритмов таких блоков показывает, что они от алгоритмов обработки одного массива наиболее существенно отличаются лишь тем, что имеют часть операторов, обеспечивающую подборку необходимых записей вспомогательного массива. Здесь возможны следующие варианты:

- 1) одной записи основного массива с тем же значением ключевого признака соответствует только одна запись вспомогательного массива;
- 2) одной записи основного массива соответствуют с тем же значением ключевого признака несколько записей вспомогательного массива;
- 3) нескольким записям основного массива с тем же значением ключевого признака соответствует одна запись вспомогательного массива;
- 4) нескольким записям основного массива с тем же значением ключевого признака соответствуют несколько записей вспомогательного массива.

При подборке записи из вспомогательного массива может случиться так, что в нем с какими-то значениями ключевых признаков записи отсутствуют. Иногда такие варианты определены спецификой задачи, но чаще всего они возникают по ошибкам вспомогательного массива. В алгоритмах должны быть точно определены действия при обнаружении того, что соответствующие записи во вспомогательном массиве отсутствуют. Если отсутствие этих записей фиксируется как ошибка, в алгоритмах обычно указывается на печать замечаний с указанием, с какими значениями ключевого признака они отсутствуют. В тех случаях, когда отсутствие этих записей является недопустимым, в алгоритмах указывается, что при обнаружении отсутствия необходимых записей во вспомогательном массиве следует остановить работу. Однако во избежание таких ошибок наличие всех необходимых записей во вспомогательных массивах должно проверяться до решения задачи.

При обработке массивов основной массив выделяется не всегда. Например, при формировании массива остатков деталей или материалов в складах (цехах и т. п.) используются массивы остатков их на начало периода (месяца), поступления на склад и выдачи из него. При обработке таких массивов записи из них выбираются также по значениям ключевого признака, но новая запись формируется при наличии записей хотя бы в одном исходном массиве.

При увеличении числа исходных массивов, т. е. трех, четырех и т. д. массивов, в алгоритмах их обработки существенно новых операций и операторов не появляется. Поэтому разработка типовых частей алгоритмов формирования одного массива из одного и двух массивов в различных упомянутых вариантах существенно упрощает составление алгоритмов для любых случаев формирования массивов.

Алгоритмы формирования машинограмм можно различать по числу используемых исходных массивов, по числу вместе с машинограммой формируемых массивов и по структуре самих машинограмм. Анализ показывает, что наиболее существенной является структура самой машинограммы. Число выходных и формируемых массивов влияет на структуру алгоритма аналогично как и в алгоритмах формирования массивов.

В машинограмме по характеру формирования явно выделяются три вида элементов: заголовочной части, строк данных и строк итогов.

Заголовочная часть машинограммы печатается в начале и может повторяться (полностью или частично) на каждой последующей странице, а также после изменения значения определенного признака. В первом случае достаточно в начале алгоритма указать операторы (блоки) формирования и печати заголовочной части. В других случаях необходимо вести подсчет формируемых строк и после заполнения одной страницы или после изменения значения определенного признака сделать протяжку бумаги и печатание заголовочной части в начале новой страницы.

Строки данных формируются и выдаются на печать аналогично записям нового (производного) массива. Исключением составляет то, что не всегда должны печататься реквизиты-признаки, значения которых совпадают с соответствующими значениями предыдущей строки. Для этого при формировании машинограммы эти признаки сравниваются с хранящимися соответствующими значениями предыдущей строки. В зависимости от совпадения этих различий этот реквизит включается или не включается в формируемую строку. В машинограмме могут печататься только их заголовки и строки с данными массива фраз, но могут накапливаться и печататься строки итогов одного или нескольких степеней (чаще всего встречаются машинограммы с итогами двух, трех и четырех степеней). При формировании строк итогов необходимо сравнивать значения соответствующих признаков двух каждых друг за другом идущих строк и при их совпадении суммировать накапливаемые реквизиты-основания, а при их несовпадении — формировать и печатать строки итогов.

При формировании итогов нескольких степеней соответствующие признаки можно слить следующим образом: сперва наиболее общие, а при их совпадении переходить к сравнению следующих, до самых детальных; сравнить значения всех признаков, а при их несовпадении выполнить то, что необходимо выполнять при несовпадении меньшего (формировать и печатать итоги первой степени), сравнить остальные признаки, а при их несовпадении формировать и печатать итоги второй степени и т. д. В обследованных алгоритмах, как правило, используется первый способ сравнения признаков и организации печати итогов.

При числе степеней итогов в машинограммах больше трех в алгоритмах существенных изменений не происходит. Поэтому разработка типовых частей формирования одной машинограммы из одного исходного

массива с различно формируемыми реквизитами строк данных фраз массивов и строк итогов существенно упрощает составление алгоритмов.

Алгоритмы формирования машинограмм можно намного упростить, если использовать специальный модуль отчетов алгоритмического языка КОБОЛ, позволяющего автоматически формировать заголовочные части машинограммы, каждой ее страницы, строки итогов нескольких степеней, итогов страниц и всей машинограммы. Однако и в этом случае необходимо указать, где и какие печатать заголовочные части, по каким реквизитам-признакам накапливать итоги первой, второй и др. степеней и как формировать строки данных.

Анализ алгоритмов обработки массивов данных дает представление только об их структуре. При разработке алгоритмов АСУП необходимо исходить из единых принципов организации информационного фонда, рационального размещения массивов и программ, построения программ, требующих минимального времени для поиска, выполнения расчетов с минимальной пересортировкой массивов, контролем ввода данных, выполнения расчетов и т. п. Более детальное рассмотрение этих вопросов требует проведения специальных исследований другого вида.

Вильнюсский государственный
университет им. В. Капсукаса
Кафедра экономической
информации

Редколлегия вручено
в апреле 1976 г.

ĮMONIŲ AUTOMATIZUOTŲ VALDYMO SISTEMŲ ALGORITMŲ ANALIZĖ

L. SIMANAUSKAS

Re z i u m ė

Straipsnyje nagrinėjami automatizuotų valdymo sistemų (AVS) uždavinių algoritmizavimo klausimai. Parodoma, kad ekonominių uždavinių algoritmai AVS projektuose pateikiami gana įvairiai, nes nėra vieningų jų sudarymo ir vaizdavimo metodikų. Aptariamos AVS uždavinio ir jo algoritmo sąvokos.

AVS uždavinys — tai skaičiavimas ar grupė skaičiavimų, kurie atliekami viename periode ir kurių rezultatas yra informacija, perduodama valdymo objektui. Straipsnyje parodoma, kad toks uždavinio traktavimas padeda informacijos apdorojimo darbus skirti į dvi grupes: tiesioginį uždavinio sprendimą ir sprendimui reikalingos pradinės informacijos masų sudarymą.

Ištyrus abstrakčias algoritmines sistemas ir konkrečius AVS algoritmus, pateikiami pagrindiniai reikalavimai, į kuriuos turi būti atsižvelgta, sudarant AVS techninių ir darbo projektų algoritmus. Taip pat išskirtos pagrindinės duomenų masių apdorojimo algoritmų grupės. Atskirai nagrinėjami masių sudarymo ir mašinogramų formavimo algoritmai, išskiriamos svarbiausios jų dalys.

Tyrimų rezultatai naudojami tobulinant programų, sudaromų Kobolu, struktūrą, racionalizuojant pačių programų rašymo ir derinimo darbus.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крилицкий Н. А. Равносильные преобразования алгоритмов и программирование. М., «Советское радио», 1970.
2. Марков А. А. Теория алгоритмов. Труды математического ин-та АН СССР им. В. А. Стеклова. XLII, 1954.
3. Мельцер М. И. Разработка алгоритмов АСУП. М., «Статистика», 1975.
4. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. М., «Наука», 1971.
5. Симанускас Л. Алгоритмы и их составление. Вильнюсский госуниверситет, 1974.
6. Типовые проектные решения АСУП. (Подсистемы управления сбытом и реализации, управления технической подготовкой производства, технико-экономического планирования, бухгалтерского учета, управления материально-технического снабжения, оперативного управления основным производством.) М., «Статистика», 1974—1975 гг.
7. Трахтенгерц Э. А. Программное обеспечение автоматизированных управления. М., «Статистика», 1974.