

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ В АСУП

И. ЗАСАС

В процессе создания АСУП при разработке их программного обеспечения (ПО) предусматриваются различные ограничения ПО системы. ПО — совокупность программ и документации на них, предназначенная для реализации целей и задач ЭВМ (ГОСТ 19781-74). Во-первых, для конкретной АСУП подбирается оптимальная в заданных условиях ЭВМ. Тип и состав оборудования выбираемой машины зависят как от специфических особенностей области ее применения и объема подлежащей обработке информации, так и от выбранных методов обработки информации. Использование ЭВМ за определенный период времени экономически оправдано только в том случае, если

$$K_A(Z_{ЭВМ} + \sum_{i=1}^N Z_{zi}) + Z_{экс} < Z_{п}, \quad (1)$$

где $Z_{экс}$ — эксплуатационные затраты;

$Z_{ЭВМ}$ — покупная стоимость ЭВМ;

Z_{zi} — затраты, связанные с заменой старых методов обработки информации на новые, предусматривающие применение ЭВМ ($i=1, 2, \dots, N$ — этапы технологического процесса);

$Z_{п}$ — затраты, связанные с использованием системы обработки информации без ЭВМ (прежние методы);

K_A — коэффициент амортизации.

Для оценки суммарных годовых затрат использования ЭВМ; т. е. затрат, связанных с установкой и использованием технических средств и программного обеспечения, на величину которых может быть оказано прямое воздействие, а также эксплуатационных затрат, рекомендуется применять следующие общие правила:

$$\frac{Z_{тЭВМ}}{Z_{АСУП}} = \frac{1}{2}, \quad (2)$$

где $Z_{тЭВМ}$ — затраты на технические средства и программное обеспечение ЭВМ;

$Z_{АСУП}$ — затраты, определяемые характером использования ЭВМ в сфере АСУП (эксплуатационные затраты);

$$\frac{O_A}{Z_{пр}} = 1, \quad (3)$$

где O_A — амортизационные отчисления с общей суммы капитальных вложений;

$Z_{пр}$ — сумма всех прочих затрат, поддающихся прямому измерению.

Однако, когда нет достаточно ясной картины в отношении принятия решения по установке ЭВМ, следует провести анализ статистических

рядов различных параметров системы или данных наблюдений использования ЭВМ в однородных АСУП. Данные, полученные в результате обследования предприятий, на первой фазе исследования сопоставляются с затратами без использования предварительных оценок.

Для ЭВМ выбирается операционная система (ОС) и ее версия, под управлением которой будут работать рабочие программы АСУП. ОС представляет собой условие оптимального в экономическом отношении использования ЭВМ.

Выбор версии ОС осуществляется таким образом, чтобы пользователь получил возможность создать ориентированные на существующие проблемы средства с минимальной загрузкой памяти. Функции, предлагаемые ОС, включают все задачи, которые затем могут быть предложены предприятию (пользователю) в виде составленных программ.

В зависимости от специфики решаемых задач в АСУП также выбираются трансляторы, включаемые в версию ОС, устанавливается состав библиотеки программ служебного и общего назначения, указываются используемые пакеты прикладных программ (ППП) и др. Рациональное функционирование ПО АСУП в значительной мере зависит от ряда факторов, обуславливающих эффективность и качество программных модулей системы обработки данных.

При разработке эффективного ПО АСУП необходимо предусмотреть следующее.

1. Рациональность алгоритмического языка. Этот фактор важен тем, что поскольку конкретная система включает в себя специфические задачи, то выбор наиболее подходящего языка (в условиях обширного круга алгоритмических языков различных типов) дает возможность выполнить все задания, поставленные перед ПО конкретной системы. Но в то же время отказ от конкретного языка в системе АСУП не всегда оправдан: ведь каждый из языков программирования (АССЕМБЛЕР, процедурно-ориентированные языки КОБОЛ, ПЛ/1) имеет сферу применения для эффективного использования в своей области. Процедурно-ориентированные языки (например, КОБОЛ) по сравнению с машинно-ориентированными более быстро осваиваются и, как указывается в описании языка, здесь ставятся более низкие требования к квалификации программиста, ускоряется время написания программных модулей, легче производится их взаимоувязка, корректировка, отладка. Но при применении этих языков не полностью используются возможности ЭВМ, так как увеличивается требуемый объем оперативной памяти, иногда невозможно реализовать отдельные этапы решений и нередко многократно увеличивается работа транслятора (например, в ПВК М5000 программа на языке КОБОЛ вначале переводится на команды АССЕМБЛЕРА и только в дальнейшем — на машинные коды). В настоящее время в системе АСУП широко используются ЭВМ третьего поколения. При этом многие из указанных преимуществ языка КОБОЛ проявляются далеко не столь отчетливо, поскольку наличие многих дополнительных средств делает его более мощным, но и более сложным для изучения и применения. Исследование времени решения программных модулей одного типа с использованием языков АССЕМБЛЕР и КОБОЛ для ПВК М5000 показало, что оно (включая процедуру трансляции) в 1,5—2 раза больше, если применяется КОБОЛ.

2. Средства контроля сопровождения программных модулей. Для контроля выполнения программ в систему должны быть включены стандартные модули, обладающие гибкостью применения. Это относится к частичной или полной проверке на наличие определенных классов ошибок вычислений или проверке правильности выполнения процесса. В многомодульных программах должны предусматриваться контрольные точки, определяющие место ошибок и ускоряющие их устранение.

3. Мобильность архитектуры ЭВМ. В программах системы должны предусматриваться возможность реорганизации структуры вычислительного комплекса, переход на новый режим работы в случае отказа некоторой его части (выполнение всего объема задач комплекса одной ЭВМ, хотя и с меньшим быстродействием, изменение приоритетности обработки данных, переход на другие средства отображения информации и т. д.).

Возможность оценки эффективности и качества программных модулей исходит из определенного круга различных характеристик, влияющих на программы системы, таких как: быстрота разработки программ, минимизация машинного времени выполнения программ.

При этом необходимо учитывать ряд ограничений: ограничения ввода—вывода; ограниченный объем памяти (это особенно важно для АСУП на базе малых ЭВМ); временные ограничения, исходящие из задач системы; ограничение затрат на разработку системы.

В (3) приводятся следующие характеристики оценки программы:

- количество команд в модуле на различных стадиях разработки;
- количество подпрограмм в модуле;
- количество видов форматов ввода—вывода.

По данным характеристикам можно лишь частично произвести экономическую оценку эффективности и качества программных модулей. К сожалению, авторы не указывают модели оценки эффективности программных модулей. Анализируя вышеуказанные характеристики оценки программы, для расчета условного количества команд предлагается воспользоваться следующей формулой:

$$S_s = S_n [1 + (K_d n_d - K_m n_m)], \quad (4)$$

где S_n — предполагаемое количество команд;

K_d — коэффициент коррекции программы с увеличением объема команд;

n_d — количество коррекций при увеличении объема команд программы;

K_m — коэффициент коррекции программы с уменьшением объема команд;

n_m — количество коррекций при уменьшении объема команд программы.

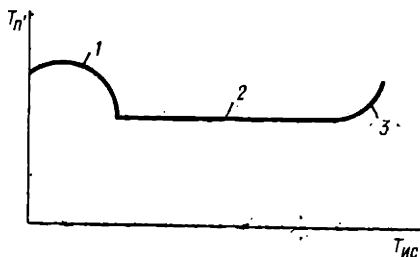
При оценке качества программного модуля с использованием характеристик двух или нескольких программных модулей, выполняющих те же функции, требуется выбрать лучший из них. Здесь же формируются цель создания программного модуля и система ограничений, в условиях которой должен разрабатываться или эксплуатироваться программный модуль (например, временные ограничения, допустимость искажения резульатной информации, возможность восстановления требуемых данных, стоимость разработки, объем памяти ЭВМ). Требуется найти систему оптимальных характеристик программного модуля, т. е. значения характеристик, обеспечивающих показатель эффективности экстремальное значение. При оценке качества также должна решаться проблема внутримодульной организации программы.

Для оценки влияния различных параметров на эффективность и качество программных модулей в процессе их разработки и эксплуатации нами проведены статистические исследования различных программных модулей АСУП Вильнюсского завода электросварочного оборудования. Программные модули проходят три стадии:

- до введения в эксплуатацию;
- эксплуатация программных модулей;
- изменения в связи со старением программ.

На начальной стадии при разработке программных модулей затраты на их составление достаточно велики. Но впоследствии они уменьшаются

и после внедрения в эксплуатацию примерно постоянны. При моральном старении программы в связи с вводом требуемых изменений затраты опять увеличиваются. Поэтому при разработке системы необходимо учитывать и срок пользования программой до ее морального устаревания. Как видно из рис. 1, наиболее высокие затраты возникают на первом



1 - этап I - до внедрения в эксплуатацию;
2 - этап II - эксплуатация;
3 - этап III - изменения в связи со старением программы

Рис. 1. Зависимость между затратами на разработку и эксплуатацию программы и временем использования программы в системе

этапе. Он оказывает большое влияние на второй этап, поскольку на первом этапе осуществляется решение обширного круга проблем от постановки задач до внедрения в эксплуатацию с учетом того, чтобы как можно дольше продлить время разработанного программного модуля в сфере эксплуатации. Для этого требуется провести глубокий анализ хозяйственной деятельности предприятия, используя научно обоснованные методы прогнозирования, а результаты анализа должны отражаться в программных модулях. На первом этапе решаются и проблемы ускорения разработки ПО с учетом вышеуказанных требований.

На втором этапе, т. е. при использовании программных модулей для решения задач АСУП, затраты не изменяются и связаны лишь с эксплуатационными издержками. Продолжительность этапа зависит от изменений в сфере производства, введения новых требований системе, изменения информационных потоков системы, морального старения программных модулей и др.

Третий этап характеризуется новым увеличением затрат. На этом этапе решается дилемма: корректировать программу, требующую изменений, или разработать новый программный модуль. Для выбора эффективного пути следует провести анализ устаревшей программы с учетом ожидаемого ее изменения. При наличии фундаментальных изменений программного модуля затраты могут превысить суммарные затраты первого этапа. При этом в некоторых случаях целесообразно разрабатывать новый программный модуль. Затем определяется, насколько разработанный более эффективный и качественный программный модуль повышает надежность АСУП.

Исследование программных модулей подсистемы оперативного управления основным производством в АСУП Вильнюсского завода электросварочного оборудования показало, что за три года после внедрения задач в эксплуатацию изменения были внесены в 80% программных модулей. Эти изменения можно разделить на следующие группы:

- 1) изменения в алгоритмах программы, связанные с усовершенствованием процесса вычислений при применении более эффективной формализации задач;
- 2) изменения формы результатных машинограмм, дающие более обширное и компактное представление о хозяйственной деятельности объекта;

- 3) изменения, связанные с оптимизацией информационных потоков АСУП;
 - 4) изменения внутренней взаимосвязки пакетов программ;
 - 5) изменения в результате совершенствования процесса производства на заводе;
 - 6) изменения, связанные с более гибкой реакцией информации из АСУП.
4. **Определение трудозатрат на разработку задач АСУП.** В (2, с. 35—45) предлагается определять трудозатраты на разработку задачи с учетом трудозатрат на всех этапах технологического процесса.

Видимо, целесообразно учитывать и коэффициент новизны программных модулей K_N , поскольку он имеет прямое отношение к увеличению трудозатрат на разработку задач АСУП:

$$K_N = A - \frac{K_c + K_n}{K_B}, \quad (5)$$

где K_B — общее число команд задачи;
 K_c — число аннулированных команд;
 K_n — число новых команд; $A > 1$.

Тогда трудозатраты на разработку задачи вычисляются по формуле:

$$T_z' = \frac{T_0' + T_0 + T_A + T_{BL} + T_{OCA} + T_{ПР} + T_{ОТ} + T_D}{K_N}, \quad (6)$$

где T_0' — трудозатраты на подготовку и описание задачи;
 T_0 — трудозатраты на изучение описания задачи;
 T_A — трудозатраты на разработку алгоритма решения задачи;
 T_{BL} — трудозатраты на разработку блок-схемы;
 T_{OCA} — трудозатраты на установление оценки сложности алгоритма;
 $T_{ПР}$ — трудозатраты на программирование вручную или с использованием алгоритмического языка;
 $T_{ОТ}$ — трудозатраты на отладку программы на ЭВМ;
 T_D — трудозатраты на подготовку документации по задаче.

5. **Внутрипрограммные характеристики задач АСУП.** При исследовании внутрипрограммных характеристик задач АСУП Вильнюсского завода электросварочного оборудования и АСУП «МЕБЕЛЬ» было рассмотрено более 60 программ систем с различными характеристиками, т.е. программы использовали неодинаковое количество файлов с различной длиной фразы, для выполнения программы требовалось различное количество оперативной памяти. Полученные зависимости между требуемым количеством памяти и суммарной значностью реквизитов всех файлов программы, а также между требуемым количеством памяти и количеством файлов, используемых в программе, приведены на рис. 2, 3. Как видно из полученных результатов, программы АСУП используют в большинстве случаев от 2 до 6 входных или результатных файлов; для решения задачи требуется 7—34 кбайта оперативной памяти. Суммарная значность реквизитов этих файлов колеблется от 38 до 258 символов, коэффициент блокирования в файлах системы рассчитывался нами по методике Р. Г. Жилинскаса (1).

Зависимость между требуемым объемом памяти и суммарной значностью реквизитов файлов более очевидна, нежели между требуемым объемом памяти и количеством файлов программного модуля (рис. 2, 3).

Даже при использовании в программном модуле двух файлов объем требуемой оперативной памяти колеблется в довольно широком диапазоне (от 7 до 30 кбайтов). При увеличении количества файлов программы эта зависимость становится более взаимосвязанной. Зависимость между объемом требуемой оперативной памяти и суммарной значностью реквизитов указывает на то, что подавляющее большинство программ,

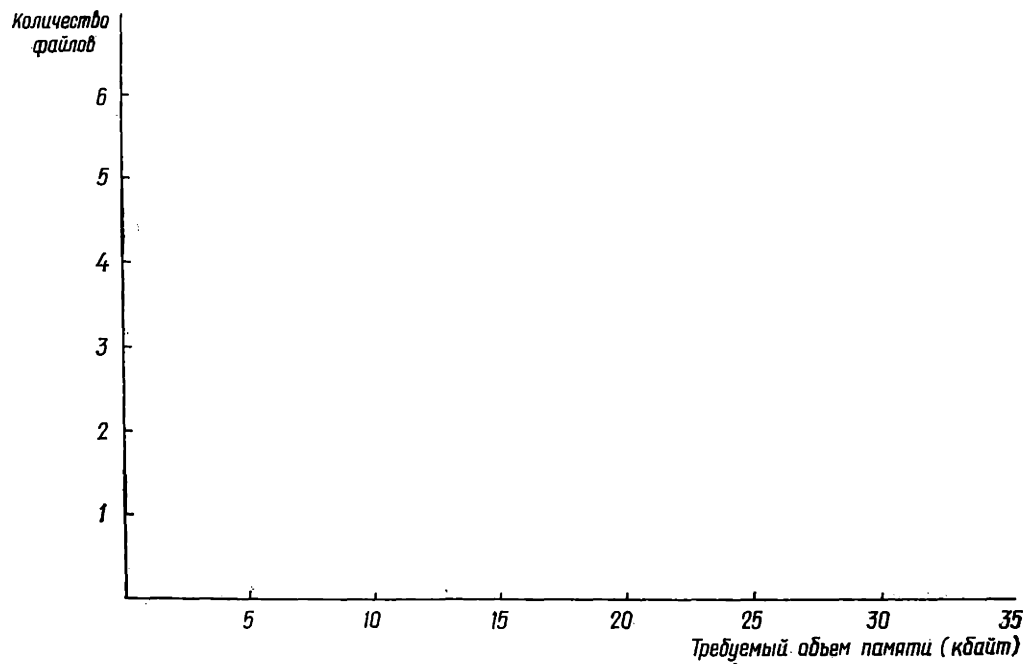


Рис. 2. Зависимость между количеством файлов программы и требуемым объемом памяти

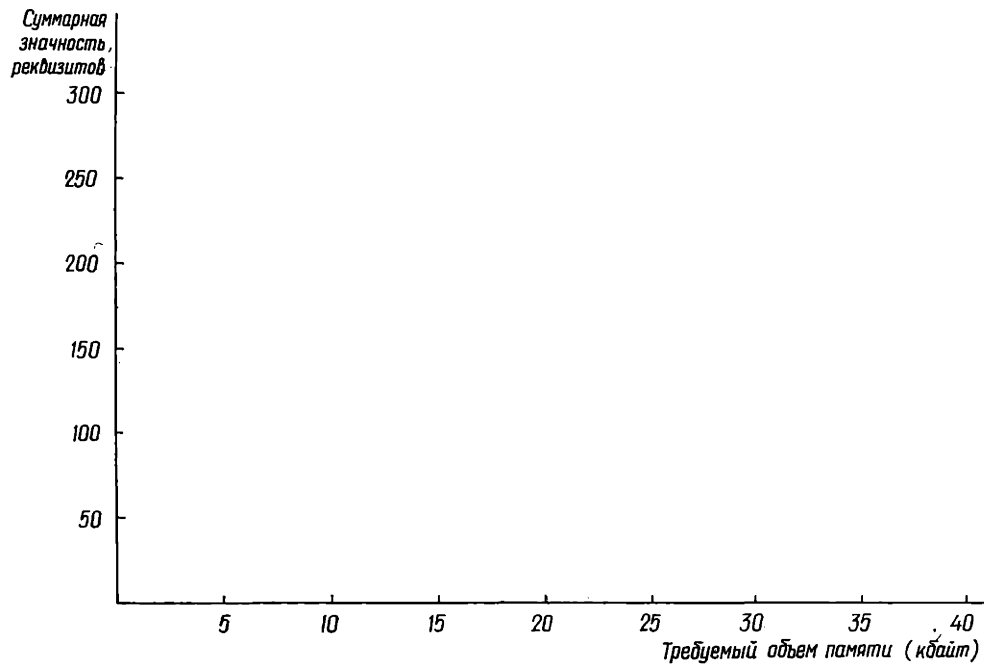


Рис. 3. Зависимость между суммарной значностью реквизитов файлов программы и требуемым объемом памяти

имеющих суммарную значность реквизитов от 38 до 160 символов, требует до 26 кбайтов оперативной памяти.

Анализ внутрипрограммных характеристик задач АСУП показывает, что для более эффективной обработки экономической информации в программных модулях АСУП необходимо совершенствовать размещение файлов по машинным носителям (объединяя при этом маловажные и незначительные файлы), также требуется более четкая организация потоков данных системы.

Вильнюсский университет
им. В. Капсукаса
Кафедра экономической
информации

Редколлегии вручено
в октябре 1982 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жилинскас Р. Г. Исследование рациональной организации файлов для решения задач АСУП.— Автореф. дис. ... канд. экон. наук. Вильнюс: ВГУ, 1981.
2. Ковалевская Е. В. Вопросы оценки трудоемкости программирования задач АСУ.— В кн.: Математическое обеспечение ЭВМ в АСУ: Сб. науч. тр. МЭСИ. М.: МЭСИ, 1977.
3. Ортнер Г. Применение ЭВМ на предприятии.— М.: Прогресс, 1975.