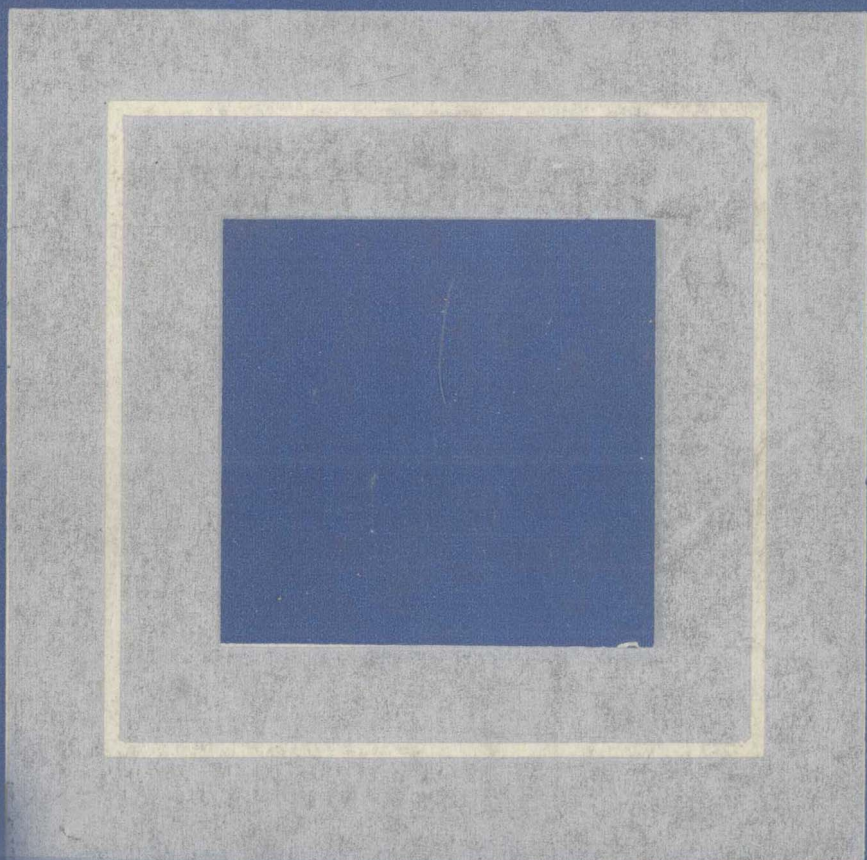


Эффективность внедрения ЭВМ на предприятии



Д. И. Агейкин, Э. Л. Ицкович, Ю. Л. Клоков,
В. Н. Лившиц, А. И. Пригожин

Эффективность внедрения ЭВМ на предприятии

Москва «Финансы и статистика» 1981

- Э94 **Эффективность** внедрения ЭВМ на предприятии
Д. И. Агейкин, Э. Л. Ицкович, Ю. Л. Клоков и др. — М.:
Финансы и статистика, 1981. — 152 с., ил.
65 к.

В книге рассматриваются экономические, социальные и психологические аспекты функционирования человеко-машинной системы управления. Даются практические рекомендации по рациональному сочетанию человеческого и машинного факторов в системе управления, приводится методика анализа эффективности разработанной системы.

Для специалистов, занимающихся разработкой, внедрением, эксплуатацией человеко-машинных систем управления на предприятиях.

Э $\frac{10804-113}{010(01)-81}$ 93—81 (С) 0604020101

ББК 65.9(2)21
6Ф7.3

Введение

Проблемы внедрения ЭВМ на предприятиях привлекают все более пристальное внимание разработчиков и заказчиков АСУ, научных работников и проектировщиков. Уже давно известно, что широта и сложность проблем внедрения АСУ превосходит проблемы самой разработки системы, а специфика этих проблем заключается в сочетании на этапе внедрения математических, экономических, социальных и психологических аспектов. Действительно, на этом этапе совершается переход к человеко-машинным методам принятия управляющих решений, а от того, насколько трудоемок этот переход, зависит и получаемый экономический эффект, и «приживаемость» отдельных машинных рекомендаций, и общее время перестройки системы управления.

Как показывает опыт, общий период внедрения АСУ на предприятиях нередко достигает одного-двух лет, что недопустимо затягивает экономическую отдачу разработки, снижает психологическое «доверие» персонала предприятия к ЭВМ, а зачастую ставит под сомнение целесообразность использования самой автоматизированной системы, продолжительность разработки которой доходит до 5—6 лет (из них 3—4 года непосредственно разработки и 1—2 года внедрения), а срок морального старения вычислительной техники, на которой она базируется, — порядка 8—10 лет.

Основные причины трудной и не всегда достаточно эффективной «приживаемости» ЭВМ в системе управления предприятием заложены в самих существующих методах проектирования АСУ. Диалектика развития АСУ действительно приводит к тому, что все большее число функций планирования и управления производством выполняют ЭВМ. Естественно, что это резко деформирует сложившуюся структуру управления предприятием. В то же время методы проектирования АСУ совсем или почти совсем не решают общих проблем управления, они традиционно касаются описания и анализа только той части функций управления, которая реализуется на ЭВМ. Для этой части функций разрабатывается информационное, алгоритмическое и программное обеспечение, исследуется техническая реализация путем обоснования выбора типов, числа и связей ЭВМ и терминальных устройств. Вне проекта обычно остаются вопросы реорганизации общей структуры управления, изменения функций управляющего персонала, методов и форм рациональной связи персонала и ЭВМ в процессе принятия различных управляющих решений, согласования критериев решения задач с моральными и материальными стимулами операторов производства. Все это и приводит к отмеченным выше отрицательным моментам внедрения ЭВМ.

Сейчас становится все более очевидным, что именно решение общих социальных, психологических и экономических задач на всех

этапах проектирования АСУ должно решающим образом отразиться на общей эффективности создаваемых человеко-машинных систем управления. Так, на предпроектном этапе необходимо проводить экономическое и социальное экспресс-обследование предприятия, на котором намечается создание АСУ. Только такое комплексное обследование может помочь правильному решению вопроса о целесообразности разработки АСУ для данного предприятия в данное время. Этап технического проектирования должен обязательно включать решение вопросов о разделении управляющих функций между людьми и ЭВМ, изменении общей структуры управления и обязанностей управляющего персонала, о методах и формах связи операторов и ЭВМ. Экономический анализ предлагаемых вариантов алгоритмов и форм их реализации должен позволить на этапе проектирования отобрать наиболее эффективный вариант АСУ. Наконец, на этапе внедрения ЭВМ основополагающими становятся следующие работы: индивидуализированное обучение управляющего персонала функционированию в новых условиях; пересмотр моральных и материальных стимулов для лиц, принимающих управленческие решения; тщательный экспериментальный анализ работы внедренной системы управления и оценка с заданной точностью достигнутой экономической эффективности.

Следует отметить, что по решению указанных задач не разработана общая методология. Отдельные вопросы социального проектирования системы, психологической увязки операторов с ЭВМ, выбора наиболее эффективного экономически варианта АСУ решаются лишь изолированно, без должной взаимосвязи. Но для того чтобы преодолеть это наблюдающееся отставание, сказывающееся на эффективности уже внедренных ЭВМ, ухудшающее показатели разрабатываемых систем и не позволяющее проводить глубокий анализ действующих АСУ, необходимый для рационального планирования новых проектов, следует привлечь внимание разработчиков, заказчиков и пользователей АСУ к этим вопросам, рассмотреть текущее состояние работ в области внедрения человеко-машинных систем управления, акцентировать их внимание на методологии решения отдельных задач и повышении эффективности внедрения ЭВМ.

Эти обстоятельства явились побудительными причинами написания данной книги, а ее содержание соответствует указанному выше кругу проблем. В соответствии с существующим в настоящее время положением в книге рассмотрены отдельно экономические, психологические и социальные аспекты внедрения ЭВМ; обобщен некоторый имеющийся опыт и дан обзор применяемых методов решения ряда основных задач, возникающих при внедрении; выработаны определенные методические рекомендации по проведению отдельных этапов разработки АСУ, облегчающие и ускоряющие процесс ее внедрения, сказывающиеся на эффективности работы ЭВМ.

В книге, естественно, затронуты далеко не все вопросы повышения эффективности внедрения АСУ, основное внимание сосредоточено на тех социальных и психологических проблемах, которые возникают при вводе ЭВМ в качестве элемента системы управления, а также на проблемах анализа получаемой экономической эффективности от внед-

рения АСУ. Эти проблемы выделены как по объективным причинам их первостепенной важности, так и по субъективным причинам, определяющим тематику работ авторов книги, поскольку значительная доля излагаемого материала носит монографический характер. Ссылки на литературу даются по главам в конце книги.

Книга рассчитана на инженерно-технический персонал исследовательских, проектно-конструкторских организаций и производственных предприятий, занимающихся разработкой, внедрением, эксплуатацией АСУ.

Глава I написана Э. Л. Ицковичем и В. Н. Лившицем, глава II — Э. Л. Ицковичем и Ю. Л. Клоковым, глава III — Д. И. Агейкиным и глава IV — А. И. Пригожиным.

Авторы глубоко признательны д. э. н. Н. И. Чешенко за замечания, высказанные им при рецензировании рукописи, которые способствовали ее улучшению.

Расчет экономической эффективности АСУ

§ 1. Общие принципы использования ресурсов

Анализ экономической эффективности внедряемой автоматизированной системы управления — важнейшая задача [1]. Ее своевременное, правильное и однозначное решение дает возможность провести сравнение различных вариантов системы управления, установить целесообразность внедрения определенного варианта системы, указать экономическую выгоду, получаемую при этом предприятием и народным хозяйством. Наличие оценок эффективности для каждой внедренной АСУ в различных отраслях народного хозяйства позволяет анализировать работу систем, сопоставлять эффективность их работы на различных предприятиях, правильно учитывать опыт внедрения и эксплуатации при тиражировании систем и планировании разработок АСУ на предстоящие годы.

Однако поставленные цели могут быть достигнуты только при наличии такого метода анализа эффективности, который строго обоснован, т. е. в нем нет противоречий содержательного и формального характера (экономического, математического, логического и т. д.), и который учитывает важнейшие свойства исходной информации (случайный характер изменения во времени технико-экономических показателей и разновременность затрат и доходов); допускает только однозначное его толкование различными потребителями метода и позволяет с единых принципиальных позиций подходить к разным классам систем управления, в разных отраслях народного хозяйства и на разных этапах разработки, внедрения и функционирования систем.

Проблемам построения такого метода расчета эффективности АСУ, выделения основных этапов расчета и способов их решения, анализу специфических свойств отдельных рассчитываемых показателей посвящена настоящая глава.

При рассмотрении указанных проблем следует кратко очертить анализируемый класс систем и общие принципы использования всех видов материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Данный класс систем управления производством характеризуют следующие свойства:

- а) относительно высокая капиталоемкость и продолжительные сроки разработки и функционирования;
- б) поэтапное внедрение отдельных подсистем управления;
- в) изменение во времени некоторых задач управления и соответствующих им технико-экономических показателей работы производства;

г) невозможность точного прогноза технико-экономических показателей работы производства из-за не полностью детерминированного характера их поведения во времени.

Оценка эффективности определяется путем сопоставления всех связанных с рассматриваемыми мероприятиями затрат и получаемых при этом результатов и служит для установления наиболее выгодных направлений развития производства и эффективного внедрения достижений научно-технического прогресса. В соответствии с этим расчет экономической эффективности любого мероприятия направлен на оптимизацию плановых, проектных и других хозяйственных решений, на поиск таких путей использования всех имеющихся ресурсов, которые в наибольшей степени соответствовали бы целям функционирования и развития социалистической экономики.

Следует выделить следующие общие принципы, на которых базируется достижение высокой эффективности использования ресурсов при создании АСУ:

1. Системность — учет многоуровневой структуры народного хозяйства, места объекта, который использует ресурсы в этой структуре, особенностей хозяйственного механизма, в рамках которого функционирует объект. Предполагается сочетание расчетов народнохозяйственной и хозяйственной эффективности с учетом в первую очередь интересов народного хозяйства в целом.

2. Комплексность — всесторонний анализ последствия реализации намечаемых мероприятий как непосредственно в рассматриваемом объекте, так и за его пределами.

3. Ограниченность ресурсов — конечное число всех видов воспроизводимых и невозпроизводимых ресурсов, которые имеет народное хозяйство в каждый данный момент. Это обуславливает необходимость наиболее эффективного использования имеющихся ресурсов.

4. Вариантность — достаточно полное рассмотрение множества возможных альтернатив (вариантов) реализации планируемого мероприятия.

5. Оптимальность — получение максимального народнохозяйственного эффекта путем оценки эффективности возможных вариантов и выбора наилучшего из них.

6. Согласованность — обеспечение полноты учета затрат и доходов и исключение повторного счета одних и тех же затрат и доходов при оценке отдельных вариантов, что определяет достоверность их оценок и сопоставимость вариантов при их сравнении.

7. Динамичность — разносторонний учет фактора времени при производстве затрат и получении доходов: экономическая неравнозначность разновременных затрат и доходов, временная изменчивость интенсивности расхода ресурсов и получения прибыли.

8. Управляемость — рассмотрение процесса выбора наиболее эффективного варианта как поиска оптимального управления в предстоящий период времени, поскольку оптимизировать уже принятые и осуществленные решения нельзя, а можно воздействовать только на те затраты и доходы, величины которых будут зависеть от принимаемых решений.

9. Адаптивность — учет при оценке эффективности вариантов добавочных потерь и доходов, связанных с возможными и заранее точно не известными изменениями в работе объекта во времени и рациональным приспособлением АСУ к этим изменениям.

Указанные принципы далее непосредственно используются для оценки эффективности АСУ в той конкретной форме, которая при этом представляется наиболее удобной для изучаемых объектов.

Один из принципов — динамичность — целесообразно рассмотреть предварительно более подробно, так как вопросы учета фактора времени в расчетах экономической эффективности требуют специфического формального описания.

При анализе динамики, когда приходится иметь дело с разновременными затратами и доходами, необходимо руководствоваться некоторыми очевидными положениями экономического характера¹:

а) при одном и том же уровне цен одни и те же суммы разновременных затрат и доходов экономически неравнозначны, при этом более значимы те, которые были раньше;

б) большие капитальные затраты не могут быть оправданы, когда получаемый от них чистый ежегодный доход относительно мал, даже если он продолжается неограниченно долгое время;

в) при сравнении разновременных затрат и доходов необходимо предварительно их приводить к сопоставимому виду;

г) выбор и ранжировка различных вариантов капитальных вложений должна быть объективной и не зависеть от принятого способа приведения к сопоставимому виду в этих вариантах;

д) при неизменной информации результат расчета экономической эффективности не должен зависеть от момента времени, когда он производится.

Наиболее эффективный путь оценки фактора времени при анализе динамики экономических процессов заключается в приведении всех разновременных затрат и доходов к единому базисному моменту времени с помощью специальной взвешивающей функции. Для соответствия указанным «аксиомам рационального экономического поведения» взвешивающая функция должна иметь следующие свойства:

а) должна быть неотрицательной функцией двух аргументов, т. е. $Q(t, t_0) \geq 0$, где t — момент времени, в который производятся затраты или получаются доходы; t_0 — базисный момент времени, к которому они приводятся;

$$\text{б) } Q(t, t_0) \begin{cases} = 1 & \text{при } t = t_0, \\ > 1 & \text{при } t < t_0, \\ < 1 & \text{при } t > t_0; \end{cases}$$

$$\text{в) } \int_0^{\infty} Q(t, t_0) dt < \infty;$$

$$\text{г) } Q(t, t_0) = Q(t, \tau) Q(\tau, t_0) \quad \text{при любых } t, \tau \text{ и } t_0.$$

¹ Условно эти положения можно назвать «аксиомами рационального экономического поведения».

Все эти свойства удовлетворяются, если, например, в качестве взвешивающей функции применить экспоненциальную функцию, в частности, такого вида [2]:

$$Q(t, t_0) = (1 + E)^{t_0 - t}. \quad (1)$$

Эта функция носит название «сложных процентов», а входящий в нее параметр E является постоянной нормой дисконтирования, характеризующей средний темп падения ценности различных ресурсов [3, 4].

В ряде работ в качестве взвешивающей функции использовалась формула простых процентов:

$$Q(t, t_0) = \begin{cases} [1 + E(t - t_0)]^{-1} & \text{при } t \geq t_0, \\ 1 + E(t_0 - t) & \text{при } t < t_0. \end{cases}$$

Нетрудно видеть, что при этом не выполняются свойства в) и г) и, как следствие, нарушаются объективность сопоставления вариантов и независимость их сравнения от базисного момента времени. Действительно, если $E = 0,15$, то 1 руб. при $t = 0$ эквивалентен 1,75 руб. при $t = 5$; в свою очередь, 1 руб. при $t = 5$ эквивалентен 1,75 руб. при $t = 10$, т. е. в итоге 1 руб. при $t = 0$ эквивалентен $1,75 \cdot 1,75 = 3,06$ руб. при $t = 10$. Прямое же приведение 1 руб. при $t = 0$ к $t = 10$ дает по формуле простых процентов значение $1 + 0,15 \times 10 = 2,5$ руб.

В различных моделях оптимального планирования народного хозяйства, разработанных А. Л. Вайнштейном и Л. В. Канторовичем, А. Л. Лурье, В. В. Новожиловым и др.¹, показано, что в условиях оптимальности цен и строгого учета фактора времени (в том числе и при расчете реновационных отчислений) норма дисконтирования и норма эффективности капитальных вложений, используемая при оценках эффективности любых нововведений в народное хозяйство по методам годовых приведенных затрат и сроков окупаемости (см. ниже), являются тождественными величинами.

В первом приближении значение этих нормативов может быть найдено как отношение двух статистически оцениваемых величин. Первая из них (числитель) равна разности общего прироста национального дохода и той его части, которая вызывается научно-техническим прогрессом и увеличением размера трудовых ресурсов при неизменной фондовооруженности труда. Вторая величина (знаменатель) представляет собою разность между общим приростом фондов и той его частью, которая необходима для сохранения неизменной фондовооруженности труда.

В тех случаях, когда (как это, например, имеет место в хозрасчетной практике) фактор времени не находит системного отражения в экономических расчетах (например, реновационные отчисления не учиты-

¹ Сравнительный анализ их имеется в статье С. М. Мовшовича и Ю. В. Овсиенко [5].

ваются в годовых приведенных затратах или норма реновации рассчитывается без учета фактора времени — формулы «сложных процентов», как величина, обратная сроку службы, и т. д.), имеет место уже несовпадение нормы эффективности капитальных вложений и нормы дисконтирования. В этих случаях, весьма важных для практики, как показано в [6], для правильности проведения расчетов сравнительной эффективности различных вариантов нововведений необходимо соблюдение условия инвариантности, т. е. надо, чтобы сумма нормы эффективности капитальных вложений и нормы реновации была бы всегда постоянна и равна сумме нормы дисконтирования и нормы реновации, рассчитанной с учетом фактора времени. Ниже будет предполагаться, что условие инвариантности сохраняется.

§ 2. Критерии оценки эффективности АСУ

Для правильного сопоставления различных вариантов АСУ и выбора наилучшего из них необходимо вначале определить и обосновать с общих экономических позиций критерии эффективности АСУ. В общем случае оценка эффективности АСУ (и различных ее вариантов) связана с комплексным рассмотрением большой совокупности факторов, важнейшие из которых следующие:

- а) изменение объемов, качества и сроков выпускаемой продукции;
- б) распределение во времени капитальных вложений на разработку, создание и развитие АСУ;
- в) изменение во времени текущих издержек эксплуатации основного производства в связи с внедрением устройств АСУ;
- г) вариации по вариантам сроков разработки, создания, освоения, модернизации АСУ.

Однако в конечном итоге эффективность все же определяется корректным сопоставлением полученных полезных результатов и соответствующих затрат всех видов ресурсов (трудовых, материальных, финансовых).

Ниже мы остановимся на некоторых важнейших, наиболее часто используемых критериях оценки эффективности, причем рассмотрение проведем от простейшей ситуации к более общей. Основное внимание при этом будет уделено критериям сравнительной эффективности, позволяющим установить, какой из возможных вариантов АСУ является наиболее выгодным и какой при этом достигается относительный эффект.

Простейшая ситуация. Будем предполагать, что имеется ряд вариантов АСУ, для которых характерно:

- а) тождество конечных результатов, т. е. по всем вариантам продукция выпускается в одни и те же сроки, одного и того же качества и объема. Соответственно и функционирование АСУ по всем вариантам начинается и заканчивается одновременно¹;
- б) капитальные вложения (различные по вариантам) осуществляются однократно — в год, предшествующий началу эксплуатации АСУ;

¹ Расчетный период функционирования АСУ может быть принят и неограниченным.

в) текущие издержки эксплуатации по всем вариантам АСУ остаются в течение всего расчетного периода (срока выпуска продукции при функционировании АСУ) неизменными по их номинальной величине;

г) стоимость всех видов ремонта учтена в текущих эксплуатационных расходах, модернизационные и реконструктивные работы не производятся;

д) остаточная (ликвидная) стоимость оборудования по всем вариантам АСУ в конце расчетного периода одинаковая (будем считать ее равной нулю).

Тогда критерий сравнительной эффективности, естественно, принимает следующий вид: лучше тот вариант АСУ, при котором необходимая народному хозяйству полезная продукция (а она по всем вариантам пока одинаковая) производится с наименьшими суммарными затратами. Следовательно, необходимо сравнить по вариантам сумму первоначальных капитальных вложений и всех (за расчетный период) чистых текущих издержек эксплуатации¹.

Если не учитывать фактор времени, т. е. экономическую неравнозначность разновременных затрат, то речь идет о минимуме за расчетный период интегральной суммы номинальных величин всех единовременных и текущих затрат, связанных с функционированием АСУ. С учетом фактора времени необходимо минимизировать интегральную сумму не номинальных, а взвешенных значений всех затрат, т. е. номинальных значений затрат, умноженных на взвешивающую функцию, что приводит их к единой временной базе. (Например, к году, предшествующему началу эксплуатации, когда осуществляются капитальные вложения.)

Как видим, при неограниченном расчетном периоде (срок службы АСУ равен бесконечности) и без учета фактора времени лучшим является вариант с минимальными текущими издержками эксплуатации². В реальной же ситуации, когда более поздние затраты значат относительно меньше, это может быть и не так и оптимум уже определяется соотношением потребных капитальных вложений и текущих расходов эксплуатации. При этом оптимальному варианту, минимизирующему интегральную по времени сумму всех затрат на АСУ, как показано в теории оптимального планирования [7], соответствует минимум не частной, свойственной данному варианту, себестоимости (равной прямым издержкам производства), а минимум полной народнохозяйственной себестоимости³, равной сумме частной себестоимости и платы за

¹ В чистые издержки эксплуатации входят все элементы себестоимости за исключением реновационных отчислений — их во избежание двойного счета учитывать не надо, так как капитальные вложения включаются в расчет непосредственно и полностью.

² Или себестоимостью, так как при неограниченном сроке службы реновационные отчисления равны нулю.

³ Это название дано В. В. Новожиловым [7]. В плановой и проектной практике чаще вместо термина «полная народнохозяйственная себестоимость» используется термин «годовые приведенные затраты».

использование ограниченного ресурса капитальных вложений. Эта плата равна произведению размера потребных капитальных вложений и нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений. Она показывает, на сколько где-то в другом месте народного хозяйства повысится себестоимость (или снизится выпуск полезной продукции) из-за отвлечения по данному варианту потребной суммы капитальных вложений.

Случай распределенных во времени капитальных вложений и переменных эксплуатационных расходов. По сравнению с простейшей ситуацией будем считать необязательным выполнение условий б) и в), что может быть вызвано процессами реконструкции АСУ и основного производства, ростом выпуска продукции и т. д.

Однако, так как при этом конечный результат (сроки, качество и объемы продукции, а также остаточная стоимость созданных фондов в конце расчетного периода) по всем вариантам одинаков, то критерий оптимизации, по существу, сохраняется: лучше тот вариант, при котором необходимый конечный результат достигается с наименьшими суммарными за расчетный период народнохозяйственными затратами. При этом, естественно, определяя интегральные затраты за период, необходимо разновременные значения затрат взвешивать путем приведения к базисному моменту времени, т. е. все затраты (и капитальные вложения, распределенные во времени, и изменяющиеся по годам чистые издержки эксплуатации) умножить на соответствующие коэффициенты их отдаленности от базы.

Вместо прямого суммирования всех капитальных вложений и чистых издержек эксплуатации можно производить суммирование по всем годам расчетного периода (конечно, с соответствующим временным взвешиванием) величин годовых приведенных затрат, т. е. текущих издержек эксплуатации соответствующего года (с включением в них реновационных отчислений), и нормативной платы за используемую в рассматриваемом году сумму капитальных вложений.

Общий случай. Теперь, допустим, что и конечный результат по вариантам АСУ может изменяться, т. е. могут различаться характеристики выпускаемой продукции.

Тогда, предполагая стабильность цен на выпускаемую продукцию или возможность надежного априорного прогнозирования динамики этих цен во времени (а также от объема выпуска), критерий оптимизации модифицируется естественным образом. Лучшим является вариант, обеспечивающий за расчетный период максимальную интегральную народнохозяйственную прибыль, под которой понимается разность между получаемыми интегральными доходами от выпуска продукции и реализации излишнего оборудования и интегральными затратами (и те, и другие величины определяются последовательным суммированием по всем годам расчетного периода с временным взвешиванием с помощью одних и тех же коэффициентов отдаленности разновременных величин доходов и затрат). Нетрудно видеть, что из указанного общего критерия предыдущие критерии типа «минимум интегральных затрат» получаются как частные.

§ 3. Абсолютный эффект функционирования АСУ

Примем ряд достаточно широко используемых предположений, характеризующих современный уровень разработки и функционирования АСУ, которые будут иметь место во всем дальнейшем изложении.

1. Оценка эффективности различных вариантов АСУ производится на основе сопоставления связанных с ними затрат и результатов, причем расчеты доходов и расходов проводятся в течение всего периода их осуществления, включающего время разработки и функционирования АСУ.

2. В расчетах принимается неизменным общий уровень цен и их независимость от объема выпускаемой продукции и величин потребления ресурсов. Считается, что цены на продукцию полностью отражают ее народнохозяйственную значимость, что позволяет не рассматривать эффекты в смежных отраслях народного хозяйства и определять суммарный народнохозяйственный эффект от АСУ как разность дополнительной прибыли предприятия и затрат на разработку системы. Только в некоторых случаях может возникнуть необходимость внести соответствующие коррективы, если при работе АСУ происходит заметное увеличение выпуска остродефицитной продукции, эффект от использования которой не имеет полного отражения в динамике цен. В этом случае согласно методике [8] следует учесть также эффект, возникающий от АСУ у потребителя продукции.

3. Различные варианты АСУ имеют одинаковое целевое назначение (т. е. предназначены для автоматизации одних и тех же производств в течение заданного периода выпуска необходимой продукции), ввиду этого принимаем, что сроки службы различных вариантов АСУ одинаковы.

Эффективность при разработке и функционировании АСУ

Процесс разработки и функционирования системы управления, ее подсистемы или ее n -й очереди (при этапном внедрении АСУ) протекает в соответствии с рис. 1.1. Из графика следует, что на различных этапах процесса (научной разработки, проектирования, внедрения, эксплуатации) имеет место переменная интенсивность затрат и доходов.

Если за базу приведения принять год сдачи системы управления в промышленную эксплуатацию ($t_0 = 0$), то интегральные величины дополнительной прибыли D_Σ от работы системы за время от сдачи ее в промышленную эксплуатацию до окончания срока службы (в нее входят и дополнительные расходы за этот же интервал времени) и затрат Z_Σ на разработку системы за время от начала разработки до сдачи АСУ в промышленную эксплуатацию (в них входят и полученные на этом интервале дополнительные доходы от АСУ) могут быть записаны в виде:

$$D_\Sigma = \int_0^{t_{\text{сл}}} \left[\sum_{i=1}^N c_i \Delta Q_i(t) - \Delta P(t) \right] (1 + E)^{-t} dt; \quad (2)$$

$$Z_{\Sigma} = \sum_{j=1}^M K(t_j) (1+E)^{-t_j} + \int_{t_0}^0 S(t) (1+E)^{-t} dt - B, \quad (3)$$

где t_0 — год начала разработки (этот и все следующие годы рас-
считываются относительно базисного года);
 t_j — год j -го капитального вложения в создание системы;
 t_0 — год сдачи системы в промышленную эксплуатацию;
 $t_{\text{сл}}$ — год окончания промышленной эксплуатации (срок служ-
бы системы);

$$\Delta Q_i(t) = Q_i^a(t) - Q_i^p(t);$$

$Q_i^a(t)$, $Q_i^p(t)$ — производительность предприятия по i -му виду (сорт) продукции ($i = 1, 2, \dots, N$) соответственно при автоматизированном и ручном режимах управления¹;

c_i — цена единицы i -го вида (сорта) продукции;

$$\Delta P(t) = P^a(t) - P^p(t),$$

$P^a(t)$, $P^p(t)$ — годовые затраты предприятия соответственно при автоматизированном и ручном режимах управления (состоят из условно-переменной части затрат и условно-постоянной части, включая эксплуатационные затраты на систему управления и не учитывая реновационные отчисления на АСУ);

$K(t_j)$ — капитальные вложения на создание системы управления в t_j -й год (всего этапов разновременных капитальных вложений — M);

$S(t)$ — распределенные во времени затраты на разработку и внедрение системы управления (научно-исследовательские, проектно-конструкторские, монтажно-наладочные работы). При этом предполагается, что к моменту сдачи системы в промышленную эксплуатацию система полностью готова, т. е. при $t > 0$ $S(t) = 0$;

B — прирост прибыли на стадии опытно-промышленной эксплуатации АСУ;

$$B = \int_{t_0}^0 \left[\sum_{i=1}^N c_i \Delta Q_i(t) - \Delta P(t) \right] (1+E)^{-t} dt + \Delta O(t_m) (1+E)^{-t_m},$$

где t_0 — год ввода системы в опытно-промышленную эксплуатацию;

$\Delta O(t_m)$ — уменьшение величины оборотных средств предприятия, возникающее при внедрении некоторых задач в какой-то момент t_m

¹ На новых предприятиях, которые начинают работать сразу в режиме автоматизированного управления, в качестве сопоставимых данных при ручном управлении следует брать расчетные значения показателей, полученные путем анализа работы действующих аналогичных предприятий или путем проектной проработки. На действующих предприятиях, поскольку сопоставимые данные следует брать в один момент времени, необходимо экстраполировать данные ручного управления на время внедрения АСУ.

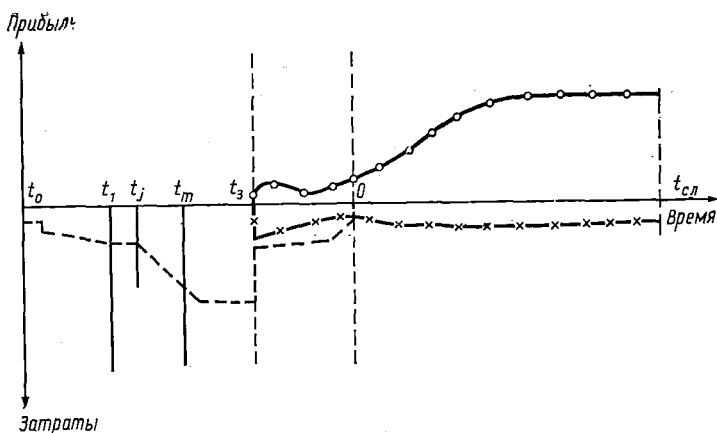


Рис. 1.1

из интервала $t_0 \leq t_m \leq -1$ и получаемое вследствие ускорения оборачиваемости оборотных средств при внедрении АСУ¹.

Общий эффект от внедрения системы управления равен разности дополнительной прибыли и затрат на ее разработку:

$$R_{\Sigma} = D_{\Sigma} - Z_{\Sigma}. \quad (4)$$

По этой разности может быть установлена рациональность разработанной системы управления. Естественно, что при разумной разработке системы и правильно сформированных показателях доходов и расходов вложения в систему управления должны быть эффективны ($R_{\Sigma} > 0$). Однако выполнение этого условия еще не свидетельствует о целесообразности разработки данного варианта АСУ.

Оптимальный вариант АСУ

Целесообразность построения конкретной системы управления определяется совокупностью расчетов сравнительной и абсолютной эффективности, комплексным анализом соотношений доходов и расходов, связанных с созданием и функционированием системы управления. Расчеты эти, как правило, носят итеративный двухэтапный характер.

На первом этапе проводятся расчеты сравнительной эффективности, т. е. сопоставляются различные варианты осуществления системы управления и из них выбирается наивыгоднейший с народнохозяйственной точки зрения вариант.

Если множество рассматриваемых допустимых вариантов, удовлетворяющих всем априори заданным технологическим и экономическим ограничениям, обозначить Ω , то на этом этапе решаются следующие задачи:

а) формирование множества Ω , т. е. описание исходных технико-экономических параметров каждого сравниваемого k -го варианта ($k \in \Omega$);

¹ Вопрос учета изменения величины оборотных средств при внедрении АСУ подробно рассматривается в книге Н. И. Чешенко [9].

б) расчет для всех $k \in \Omega$ результирующих экономических характеристик вариантов, т. е. значений интегральных доходов D_k и интегральных затрат 3_k^* ;

в) определение наилучшего из рассматриваемых вариантов k^* , для которого максимален общий эффект $R_\Sigma^{k^*}$ от внедрения системы. Отыскание k^* сводится к решению оптимизационной задачи:

$$R_\Sigma^{k^*} = \max_{k \in \Omega} R_\Sigma^k = \max_{k \in \Omega} (D_\Sigma^k - 3_\Sigma^k). \quad (5)$$

Если базисный момент времени t_0 (момент сдачи системы в промышленную эксплуатацию) разный у сопоставляемых вариантов, то общий эффект от каждого варианта АСУ переводится с помощью взвешивающей функции на принятый для всех вариантов общий базисный момент $t_{0.общ.}$

На втором этапе расчетов проводится комплексный анализ абсолютной эффективности выбранного варианта системы управления. На этом этапе решаются такие задачи¹:

а) расчет связанных с оптимальным вариантом k^* показателей абсолютной эффективности использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов;

б) анализ этих показателей и определение целесообразности дальнейшего расширения множества рассматриваемых вариантов или уточнения относящихся к ним технико-экономических характеристик и проведения следующей итерации оптимизационных расчетов.

Необходимость решения этих задач определяется тем, что выполненные на первом этапе расчеты сравнительной эффективности вариантов в лучшем случае могут гарантировать лишь следующее: найден лучший из принадлежащих к Ω вариантов. Но, может быть, само рассматриваемое множество вариантов Ω было далеко не полным; возможно, что лучшие варианты остались вне сферы рассмотрения или надо не разрабатывать АСУ, а менять характер или структуру производства (или вообще закрывать его). Наконец, анализ необходим еще и потому, что используемая в расчетах информация (о ценах на продукцию, ресурсах, величинах затрат и т. д.) далеко не идеальна. Поэтому нужен дополнительный инструмент анализа технико-экономических характеристик полученного оптимального варианта. Таким инструментом, в частности, служат удельные показатели использования ресурсов, т. е. характеристики вида

$$V_l^{k^*} = \frac{f_l \left[\sum_{i=1}^N c_i \Delta Q_i^{k^*}(t), \Delta P^{k^*}(t), l \right]}{\varphi_l [K^{k^*}(t_j), S^{k^*}(t), l]}, \quad (6)$$

где f_l и φ_l — некоторые функционалы, определяющие V -ю характеристику по l -му ресурсу.

¹ Следует отметить, что понятия первого и второго этапов достаточно условны. Можно было бы начинать и с расчетов абсолютной эффективности и с их помощью формировать множество допустимых вариантов, а затем переходить ко второму этапу — сравнительным оптимизационным расчетам. Однако нам представляется, что такая последовательность расчетов менее эффективна.