#

# Проектирование автоматизированных систем на микроуровне

Введение

Макроуровень проектирования является скорее искусством, чем основанным на инженерных расчетах процессом. Это объясняется наличием большого числа неформальных связей системы управления с внешней средой. Существенное влияние оказывает слабо регламентируемый человеческий фактор, отсутствие строго сформулированных критериев, трудность выявления большого множества ограничений, выделения из них наиболее существенных.

Вместе с тем произвольное толкование важнейших вопросов идеологии работы системы, субъективизм при их решении недопустимы. Созданные модели, в большей или меньшей степени формализованные, помогают применить методологию системного анализа, облегчают анализ системы на уровне логики и здравого смысла, формализуя результаты изучения существующей системы, подлежащей автоматизации. Поэтому разработчик должен наряду с изучением и использованием излагаемых ниже методов проявлять творческий подход и создавать свои более строгие методы для этой стадии проектирования, которые, возможно, в дальнейшем найдут более широкое применение.

## 1. Структуризация системы

Важным этапом системного анализа является структуризация системы - локализация ее границ и выделение структурных составных частей. Выделенную по определенному признаку часть автоматизированной системы управления называют подсистемой АСУ. Совокупность действий, направленную на достижение определенной цели, называют функцией АСУ. Выполнение автоматизированной системой управления функций, осуществляемое на действующем объекте у правления и обеспечивающее достижение заданных целей, называют функционированием АСУ (ГОСТ 24.003-84).

Структура системы управления отражает строение и внутреннюю форму организации, относительно устойчивые взаимоотношения и взаимосвязи элементов системы. В каждой АСУ, как и любой сложной системе, можно выделить большое число элементов, свойств, связей между элементами. Охватить их одновременно в рамках одного понятия структуры не представляется возможным. В процессе создания и в ходе функционирования АСУ выделяют некоторые аспекты внутреннего строения системы управления, различая в соответствии с этим виды структуры системы: организационную, функциональную, комплекса технических средств, сбора и передачи информации и др. Организационная структура системы управления определяет наличие подразделений разного уровня – отделов, подотделов, цехов, участков и др., и их взаимное административное подчинение. Функциональной структурой АСУ называют структуру, элементами которой являются подсистемы, функции автоматизированной системы управления или их части, а связи между элементами – потоки информации, циркулирующей между ними при функционировании АСУ. Структурой комплекса технических средств АСУ называют структуру, элементами которой являются устройства комплекса технических средств АСУ, а связи между элементами отображают информационный обмен (ГОСТ 24003–84).

В системах организационного управления функциональная и организационная структуры часто во многом совпадают. Это объясняется стремлением создать для систематической и квалифицированной реализации определенной функции управления постоянный коллектив людей, работающих под единым руководством. При этом основываются на том интуитивно ясном и многократно проверенном на практике соображении, что такое объединение в одном подразделении наиболее близких по характеру задач и тесно взаимодействующих исполнителей уменьшает объем передаваемой между подразделениями информации, дублирование функций, время на согласование решений и т.д.

Структура систем организационного управления в народном хозяйстве строится по отраслевому или территориальному признаку. Отраслевой принцип позволяет осуществлять единую техническую и экономическую политику в каждой отрасли. Он применяется в тех случаях, когда речь идет о сложных, специфических видах производства. Если ставится задача комплексного использования материальных ресурсов в некотором районе страны, управление строится по территориальному принципу. По этому же принципу построены органы государственного административно-территориального управления.

Число уровней системы существенно влияет на эффективность управления, хотя эта зависимость не может быть в настоящее время выражена аналитически. Чем меньше число уровней, тем меньше задержек и ошибок в передаче информации от нижних уровней к верхним и обратно, тем выше оперативность принятия решений, скорость и точность реакции на возникающие возмущения. С увеличением числа уровней растет общее количество элементов системы, что приводит к большей их обособленности и необходимости усиления горизонтальных связей, которые, как правило, слабее вертикальных. С другой стороны, чем меньше число уровней, тем большая нагрузка приходится на каждый элемент системы, тем труднее осуществлять управление, с чем и связана тенденция к росту числа уровней системы и элементов каждого уровня. Таким образом, в системе организационного управления существуют факторы, определяющие стремление как к увеличению, так и уменьшению числа уровней.

В процессе функционирования организационных систем управления довольно часто наблюдается временное, оперативное перераспределение задач между уровнями системы, получившее название "делегирование полномочий". Оно заключается в том, что в определенной обстановке решение части задач управления передается с некоторого уровня на более низкий. При этом подсистеме более низкого уровня передаются как полномочия вышестоящей подсистемы в пределах решения данных задач, так и ответственность за правильность, своевременность и качество их решения и реализации.

В сложных, необычных ситуациях происходит и обратный процесс – подсистема более высокого уровня, как говорят, "берет управление на себя", т.е. решает задачи и выполняет функции, обычно входящие в компетенцию управляемой подсистемы. Благодаря тому что подсистема более высокого уровня располагает большими полномочиями и ресурсами, решение задач оказывается более эффективным. Однако при этом подсистема верхнего уровняв какой-то мере выполняет несвойственные ей функции, что неизбежно ограничивает ее возможности по решению задач управления своего уровня. Поэтому после нормализации ситуации решение этих задач вновь передается подчиненной подсистеме.

В структуре организационных АСУ принято выделять подсистемы по функциональному признаку. Это позволяет четко выделять комплексы задач в подсистемах в соответствии с определенной функцией управления и в то же время в большинстве случаев совпадает с существующей организационной структурой предприятия или отрасли, для которых создается АСУ.

Для АСУ предприятий, производственных объединений и отраслей согласно ОРММ выделяют подсистемы по следующим функциям управления: перспективным планированием и развитием; технико-экономическим планированием; основным производством; технической подготовкой производства; материально-техническим снабжением; реализацией и сбытом продукции; бухгалтерским учетом; финансами; кадрами; капитальным строительством; научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами и др.

В ряде случаев возникает необходимость в выделении функциональных подсистем, не предусмотренных рекомендуемым перечнем. Такая необходимость возникает в случаях выявления дополнительной реально выполняемой долговременно действующей функции управления. Так, например, при большом объеме работ по кооперации со смежниками возможно окажется целесообразным выделить в самостоятельный отдел в организационной структуре и в самостоятельную подсистему АСУ функции управления работами по кооперации. Обоснованием для такого выделения служит наличие большого количества специфических задач данного содержания, требующих для их решения получения и переработки больших объемов информации, а также существенное влияние качества решения этих задач на общую эффективность функционирования предприятия, объединения или отрасли в целом.

Кроме функциональных в АСУ выделяют обеспечивающие подсистемы, которые необходимы для успешной работы функциональных подсистем. Различают следующие виды обеспечения АСУ.

Техническое обеспечение – комплекс технических средств, применяемых для функционирования АСУ.

Математическое и программное обеспечение – совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ обработки информации, используемых при создании и функционировании АСУ.

Информационное обеспечение – совокупность реализованных решений по объемам, размещению и формам организации информации, циркулирующей в АСУ при ее функционировании. Оно включает нормативно-справочную информацию, необходимые классификаторы технико-экономической информации, унифицированные документы, массивы данных, используемые при решении задач АСУ.

Организационное обеспечение – совокупность документов, регламентирующих деятельность персонала АСУ в условиях ее функционирования. Лингвистическое обеспечение – совокупность языковых средств для формализации естественного языка, построения и сочетания информационных единиц при общении персонала АСУ, в условиях ее функционирования, со средствами вычислительной техники.

Правовое обеспечение – совокупность правовых норм, регламентирующих правоотношения при функционировании АСУ и юридический статус результатов ее функционирования (ГОСТ 24.003-84).

Комплекс технических средств и информационное обеспечение являются общими для всех задач, решаемых в АСУ. В связи со спецификой методов разработки, ввода в действие и дальнейшей эксплуатации их принято выделять в самостоятельные подсистемы. Специфика технических средств определяется необходимостью систематического обслуживания, проверки исправности, профилактики, различных видов ремонта. Эта специфическая область работы АСУ выполняется специалистами по электронике и вычислительной технике и не входит в круг обязанностей специалистов по созданию и эксплуатации АСУ. Однако проектирование этого комплекса, обеспечивающего функционирование АСУ, является прямой обязанностью разработчиков системы.

Остальные виды обеспечения используются применительно к конкретным задачам и, как правило, их в самостоятельные подсистемы не выделяют.

## 2. Выбор задач, подлежащих автоматизации, и их постановка

На основе проведенного изучения и анализа предприятия определяют подлежащие автоматизации функции управления с учетом рекомендуемого перечня функциональных подсистем, выявленных факторов, способствующих и препятствующих повышению эффективности деятельности предприятия, степени и характера подготовленности объекта к переходу на использование экономико-математических методов и вычислительной техники в управлении. При этом наиболее важными являются два обстоятельства: влияние выделенных функций управления на конечный результат, т.е. на повышение эффективности функционирования управляемой системы, и обеспечение автоматизации выделенной функции таким образом, чтобы комплекс задач, ее реализующих, не прерывался отдельными задачами, решаемыми в ином режиме.

Это общее положение уточняется в каждом конкретном случае применительно к основному производственному процессу – движению материальных потоков и последовательно выполняемым операциям технологического процесса.

Известно, что основными этапами управления являются: долгосрочное планирование на год и больше; краткосрочное планирование на квартал, месяц, декаду или неделю, обеспечивающее реализацию годового плана; текущее планирование на день, смену и оперативное управление, направленные на реализацию краткосрочных планов в условиях случайных возмущений; наконец, непосредственное управление технологическим процессом – "ручное" или автоматическое.

Каждый этап в отдельности или несколько этапов охвачены обратной связью, по которой передается информация о результатах реализации принятых решений, используемая в качестве исходной для принятия последующих решений.

Выбор подлежащих автоматизации функций осуществляется в соответствии со схемой уровней управления либо "сверху вниз", либо "снизу вверх". В первом случае важно определить, с какого из верхних уровней следует начинать автоматизацию функций. Если проведенный анализ показал, что долгосрочное планирование осуществляется плохо формализуемыми методами, четко сформулировать цель и критерии эффективности не удается, методы автоматизации расчета плана не просматриваются, то, следовательно, ни система, ни разработчики не готовы к автоматизации этой функции и ее следует пока оставить без изменения, принимая рассчитанный "вручную" план заданным. Таким же образом рассматривается возможность автоматизации краткосрочного планирования при известном долгосрочном плане; текущего планирования при известном краткосрочном плане и оперативного управления.

Когда некоторый уровень управления представляется возможным автоматизировать, следует определить, целесообразно ли это делать, возрастет ли эффективность управляемого производства настолько, что это окупит затраты на автоматизацию. Необходимые расчеты являются оценочными, прикидочными, здесь допустимо использовать экспертные оценки на основе учета факторов, которые при автоматизации будут способствовать повышению эффективности производства.

Выделив некоторый уровень как подлежащий автоматизации, рассматривают аналогичным образом последующие, вплоть до непосредственного управления технологическим процессом.

Возможно, что, начиная с некоторого уровня, автоматизация управления вновь окажется пока нецелесообразной. В таком случае вполне допустимо выбрать два или три уровня, непосредственно связанные друг с другом. Однако крайне нежелателен выбор уровней, непосредственно не связанных между собой, например долгосрочное планирование и оперативное управление.

Рассмотрев возможность автоматизации управления основным производством, переходят к вспомогательному производству и другим функциональным подсистемам, определяя возможность и целесообразность автоматизации тех же уровней управления по другим функциям.

Описанный подход может быть применен и к определению последовательности во время создания системы по очередям, для определения состава очередей.

При подходе "снизу вверх" сначала рассматривают нижний уровень – непосредственное управление технологическим процессом, и определяют возможность и целесообразность его автоматизации, а затем переходят к оперативному управлению и т.д. В остальном подход аналогичен описанному выше.

Возможен принципиально иной подход, когда рассматривается в качестве самостоятельного объекта одна или несколько функциональных подсистем, например управление капитальным строительством, .материально-техническим снабжением, бухгалтерский учет и к ним применяется один из описанных выше подходов. Таким же образом можно рассматривать комплексы задач внутри функциональных подсистем: составление сетевых графиков строительства, снабжение изделиями определенного профиля, расчет зарплаты и др. Подход является довольно распространенным и дает известный экономический эффект, однако он заведомо ниже, чем мог бы быть при включении данного комплекса задач в подсистему. Кроме того, в этом случае совершенно необходимо предусмотреть возможность последующей стыковки выделенного комплекса задач с другими, иначе его придется практически разрабатывать заново. Избежать серьезной доработки удается лишь очень опытным разработчикам и только при условии предварительной проработки всей подсистемы в целом. Поэтому такая последовательность автоматизации отдельных функций должна иметь достаточно весомое обоснование.

В полученном тем или иным способом перечне функций, подлежащих автоматизации, их располагают по приоритету, обычно в порядке убывания экономической эффективности их автоматизации. Из этого перечня выбирают первые функции в том объеме, который определяется ограничениями на выделенные ресурсы – количество разработчиков, технические средства, директивные сроки и т.п.

В большинстве случаев в состав очередей включают не функции целиком, а отдельные комплексы задач. Такой подход при ограниченных ресурсах вполне оправдан, однако необходимо помнить, что выделенные комплексы задач должны составлять единую систему, а не просто набор независимых задач. Это удается сделать, если вначале составить укрупненную схему будущей системы в разрезе очередей. При этом для каждой очереди должны быть определены взаимосвязи комплексов задач – последовательность решения и выдачи результатов, использования одними комплексами выходной информации других, обработка данных на общих технических средствах, единая информационная база и т.п. Одновременно определяют внешние связи подсистемы по входной и выходной информации в сопоставлении со входами и выходами комплексов задач. Дополнительно проводят анализ воздействия выделенных комплексов задач на управляемую систему, определяя целостность, системность этих воздействий.

При выборе комплексов задач управления оценивают возможность существенного улучшения методов управления по сравнению с применяемыми в "ручной" системе, введения более четкого контроля за основными параметрами хода производства, снижения трудоемкости сбора и обработки информации, повышения оперативности и достоверности используемой при управлении информации.

Постановка задачи. Одной из серьезных трудностей, стоящих перед разработчиками АСУ, является определение перечня задач, реализующих некоторую функцию управления, и их формальная постановка. Трудность заключается в том, что надо сначала понять, как эта функция реализуется в "ручной" системе, какие для этого решают задачи и какие методы используют, а затем постараться выявить иные задачи и найти более эффективные методы. Психологические свойства человека таковы, что чем привычнее становится существующая система, тем труднее представить себе иные способы достижения конечного результата. Однако поиск новых задач и методов совершенно необходим, иначе будет создана система, автоматизирующая все недостатки "ручной".

Как и при выявлении подлежащих автоматизации функций, решению этой проблемы помогает концепция материальных и информационных потоков. Дискретизируя во времени и в пространстве движение материальных потоков, для каждой точки, в которой возможны существенные изменения состояния этих потоков, определяют их чувствительность к управлению и необходимые управляющие воздействия исходя из набора технологических операций, выполняемых до и после этого состояния. Получив набор управляющих воздействий, определяют возможность их группирования по функциям управления. Таким образом выявляют, по каким функциям управления или подсистемам, какие должны выдаваться управляющие воздействия, в какие моменты времени и в каких точках производственного процесса. Далее определяют, какими методами, путем решения каких задач могут быть получены необходимые управляющие воздействия, желательно оптимальные.

В дальнейшем, сопоставляя определенные на содержательном уровне новые задачи с аналогичными решаемыми в "ручной" системе, оценивают преимущества и недостатки предлагаемых задач и методов относительно существующих. Здесь важно избежать как переоценки, так и недооценки замечаний квалифицированных представителей заказчика, поэтому в процессе обсуждения нужно стремиться к выяснению истинных причин, по которым заказчик не принимает те или иные предложения разработчика.

После уточнения перечня и содержательной постановки задач по каждой функции переходят к формальным постановкам отдельных задач. Суть ее – в формальной записи целевой функции и ограничений для оптимизационных задач или в записи формул и уравнений для задач прямого счета, или в любом ином виде формальной записи содержания задачи.

Формальная постановка задачи сопровождается изложением ее организационно-экономической сущности (описанием задачи на содержательном уровне), с указанием круга объектов, для которых она предназначена; обоснованием необходимости ее решения; описанием исходных данных и получаемых результатов. Определяются связи данной задачи с другими; требования к решению задачи: периодичность решения, предельные сроки получения результатов, необходимая точность расчета и другие специфические условия.

Для каждой задачи должен быть определен метод решения, позволяющий получить требуемые результаты наиболее эффективным путем с наименьшими затратами ресурсов ЭВМ, простотой ввода данных, если это требуется делать вручную, наглядностью получаемых результатов, удобством их использования. Далее необходимо составить алгоритм расчета в виде схемы с пояснениями: порядок и последовательность ввода исходной информации, ее источник (массив данных или ввод с пульта); порядок расчетов, выдача данных на дисплей или печать, или запись на машинный носитель. Следует предусмотреть методы контроля достоверности входной и выходной информации, а при необходимости – меры защиты от несанкционированного доступа.

Для проверки задачи, охватывающей ее постановку, алгоритмизацию, программирование и проведение расчетов на ЭВМ, подготавливается контрольный пример. Он включает исходные данные, которые могут быть как реальными, так и специально подобранными. Объем их может быть меньшим или равным тем объемам, которые реально ожидаются в системе. Подбор исходных данных не является отладочным тестом для программ, он предназначен для проверки правильности решения данной задачи, с точки зрения пользователя, т.е. реализации некоторой функции управления. Поэтому должен быть предусмотрен метод проверки правильности получаемых результатов. Результаты постановки задач целесообразно представить в виде системных спецификаций.

## 3. Общие характеристики системы

Основной характеристикой системы управления является ее назначение по классу управляемых объектов. Вместе с тем существует ряд параметров, характеризующих свойства системы в целом. К ним относятся: время реакции на входной сигнал, пропускная способность, коэффициент готовности, локализованность, количество пользователей и их удаленность, средства доступа и общения с пользователями и др. Все эти параметры определяются или задаются при проектировании системы на макроуровне.

Время реакции определяется от момента поступления входного сигнала до появления соответствующего выходного результата. Эта характеристика особенно важна для систем, работающих в реальном масштабе времени. Следует оговориться, что фактически все без исключения системы управления работают в реальном масштабе времени: управляющие воздействия выдаются с таким расчетом, чтобы они могли быть своевременно реализованы. Это относится ко всем системам управления, включая системы перспективного планирования: ясно, что план должен быть сформирован и выдан до начала планируемого периода, а не позже. Однако время выдачи плана не очень критично, минуты, часы и даже дни ничего не решают. Поэтому принято считать, что режимом реального времени является такой, когда для обеспечения необходимой с точки зрения технологического процесса скорости реакции системы управления требуется принимать специальные меры, а задержка выдачи результатов приводит к снижению скорости и сбоям управляемого процесса.

Требования к скорости реализации могут быть различными для единичного входного сигнала и поступающей одновременно пачке сигналов. В большинстве случаев должны быть предусмотрены два режима – ускоренный для обработки единичных сигналов и обычный для пачки. Кроме того, возможны случаи, когда сигналы поступают по одному в случайные моменты времени, но имеют различный приоритет в отношении скорости обработки. Наличие таких или подобных им режимов должно быть выявлено на предпроектной стадии и учтено при проектировании.

Пропускная способность определяется по количеству сигналов, которые могут быть обработаны в единицу времени. При случайном характере поступления сигналов пропускная способность определяет наличие и длину очередей. В системах массового обслуживания, когда число пользователей велико, а время ожидания ими обслуживания критично (при длительном ожидании пользователи зачастую покидают систему необслуженными), систему рассчитывают на максимальную, пиковую нагрузку. Такие пики кратковременны, поэтому в остальное время система недогружена. В подобных случаях рассматривают возможность загрузки системы задачами, не требующими быстрой реакции, допускающими задержку получения результатов. Такие задачи часто называют фоновыми, они как бы образуют фон, на котором происходит решение задач, требующих быстрого решения, с переменной интенсивностью. Если сигналы поступают в систему с переменной интенсивностью, но не требуют немедленной реакции, следует рассмотреть возможность их накопления в некоторой промежуточной емкости – буфере, где они хранятся в ожидании обслуживания.

Коэффициент готовности системы определяется как вероятность того, что она окажется работоспособной в произвольно выбранный момент времени в установившемся (стационарном) режиме эксплуатации. Иными словами, это доля или процент времени, в течение которого система фактически работоспособна в стационарном режиме, относительно общего времени, когда она должна быть работоспособна. Подавляющее большинство нарушений работоспособности в АСУ связано со сбоями или выходом из строя различных элементов технических средств; в меньшей степени, но заметно, сказываются недостатки в программном обеспечении.

Время восстановления обусловливает максимальную и среднюю продолжительность нерабочего состояния системы и распределение перерывов в работе по времени. Пользователю не безразлично, происходит ли в системе один перерыв в сутки продолжительностью 30 мин или один перерыв на 2 мин каждый час, хотя общее время неработоспособности в обоих случаях одинаково.

Каким бы высоким ни был коэффициент готовности, разработчик должен решить ряд вопросов, связанных с возможными перерывами работы, и в первую очередь определить, что должно происходить в это время в системе. Помимо обычных мер по вводу в действие резерва, если он экономически оправдан, следует так разрабатывать систему, чтобы обеспечить возможность автономной работы в течение некоторого времени всех элементов системы, кроме, естественно, вышедших из строя.

Восстановление нормального режима не должно требовать от пользователя каких-либо специальных мер и операций, он должен просто продолжать прерванную работу. Это означает, что разработчик должен предусмотреть возможность автоматического запоминания состояния системы в момент, непосредственно предшествующий аварийной ситуации, и полного восстановления этого состояния после ее ликвидации. Все операции, выполненные в автономном режиме, должны быть впоследствии обработаны так, как если бы они выполнялись в нормальном режиме. Если провести полное восстановление системы в автоматическом режиме по каким-либо причинам невозможно, система должна подсказывать пользователю, какие операции ему необходимо дополнительно выполнить и с какого места начать повторение операций прерванной задачи. В любом случае недопустима потеря какой-то части введенной в систему информации.

Как указывалось выше, система должна быть ориентирована на удовлетворение интересов пользователя. Недопустимо вводить какую-либо регламентацию поведения пользователя исходя из интересов или удобства разработчиков. Упрощая себе процесс разработки за счет предъявления излишних требований к пользователям, разработчики рискуют создать нежизнеспособную систему, к которой пользователи просто не будут обращаться. Сказанное в полной мере относится к нарушениям нормальной работы системы. Если они серьезно влияют на ритм работы пользователя, требуют от него существенной дополнительной работы, то есть большая вероятность отказа от такой системы.

Значительную трудность для разработчика представляет анализ возможных конфликтных ситуаций. Многие разработчики избегают эти трудности самым простым способом – игнорируя их. Предписания и инструкции, регламентирующие нормальный режим работы, не гарантируют отсутствия конфликтов между пользователями и системой. Такие конфликты возникают при случайных или преднамеренных действиях пользователя, нарушающих установленные правила. Так, например, может быть утерян выданный ЭВМ документ, не введены в систему вовсе или введены в искаженном виде некоторые исходные данные для расчетов, не использованы в процессе управления полученные на ЭВМ результаты и т.п. Выявленные возможные конфликтные ситуации служат основой для принятия разработчиком решения - как должна функционировать система в этих условиях. Лучше всего, если система немедленно реагирует на эти ситуации, вводя необходимые дополнительные операции, предотвращающие нежелательные последствия. Более простым способом является фиксация в памяти системы происшедших нарушений с последующей выдачей их для анализа и принятия мер, направленных на исключение подобных нарушений в дальнейшей работе.

## 4. Технико-экономическая эффективность системы

Основным источником экономического эффекта от создания АСУ является улучшение экономических показателей управляемой системы – предприятия или организации, достигаемое за счет повышения качества управления.

На экономические показатели предприятия или производственного объединения оказывает существенное влияние множество факторов, среди которых можно выделить совершенствование технологии производства, модернизацию оборудования, изменение номенклатуры продукции, культуру производства, квалификацию работающих, организацию производства, общественные и социальные мероприятия и многие другие. Поэтому выделить в чистом виде зависимость экономических показателей предприятия от ввода в эксплуатацию АСУ практически невозможно. Существующие методики предполагают сравнение показателей работы предприятия до и после внедрения АСУ при прочих примерно равных условиях. Кроме того, результаты производственно-хозяйственной деятельности в значительной степени зависят не только от решения отдельных комплексов задач, но и связей между ними. Неподготовленность или неудачное решение одной задачи может привести к неудовлетворительным результатам по нескольким комплексам задач.

Во многих случаях источник экономического эффекта лежит за пределами системы. Например, повышение качества продукции, ритмичности ее выпуска улучшает показатели работы потребителей, но практически не сказывается на экономических показателях производителя.

Эти и другие факторы, определяющие специфику создания и функционирования АСУ по сравнению с техническими системами, вносят известную неопределенность в расчет экономических показателей, характеризующих технико-экономическую эффективность создания и внедрения АСУ.

Основным показателем экономической целесообразности создания АСУ предприятиями и производственными объединениями является годовой экономический эффект, выражаемый в виде годового прироста прибыли (годовой экономии). Отношение годового прироста прибыли к затратам на создание АСУ определяет экономическую эффективность ее создания. Годовой прирост прибыли, тыс. руб.,

где A1, А2 - годовой объем реализуемой продукции, соответственно до внедрения АСУ и на год, следующий за годом ввода системы в эксплуатацию, тыс. руб.; С1, С2 -затраты на 1 руб. реализуемой продукции соответственно до и после внедрения АСУ, коп.; П1 - прибыль от реализации продукции до внедрения АСУ, тыс. руб.

Первое слагаемое этой формулы определяет годовой прирост прибыли за счет роста объема реализуемой продукции, а второе - за счет снижения издержек производства.

К сумме прибыли прибавляют также сумму снижения непроизводительных потерь в виде штрафов, неустоек, если эти расходы, не входящие в себестоимость продукции, снижены за счет внедрения АСУ. Если повышение качества продукции не отражено в виде надбавок к действующим ценам, дополнительная прибыль за счет этого фактора, образующаяся у потребителей, также может быть включена в сумму годового прироста прибыли при условии подтверждения этого факта в установленном порядке предприятиями-потребителями.

Расчетный коэффициент эффективности капитальных вложений на создание АСУ

где КАК - капитальные вложения на создание АСУ, определяемые по приросту основных фондов, связанному с созданием АСУ, тыс. руб.; ЕАНВТ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений на создание АСУ.

Срок окупаемости капитальных вложений, годы,

Если в АСУ обеспечивается решение социальных и других специальных задач, по которым не может быть подсчитан экономический эффект по реализуемой продукции, то коэффициент эффективности капитальных вложений по согласованию с Госпланом СССР допускается ниже нормативного. Однако в целом по министерству нормативный коэффициент должен соответствовать утвержденному для данной отрасли.

При расчете экономической эффективности подсистемы или комплекса задач доля общих затрат, связанных с проектированием, созданием и внедрением АСУ, рассчитывается по коэффициенту загрузки, определяемому как отношение фактических затрат времени работы ЭВМ при функционировании данной подсистемы или решении комплекса задач к полному полезному фонду времени работы ЭВМ за год.

Предполагается, что создание АСУ на предприятиях и в производственных объединениях дает основной эффект за счет увеличения объема выпускаемой продукции на существующих производственных мощностях путем повышения производительности труда и лучшего использования оборудования. Прирост продукции ∆АА обеспечивает годовой объем производства А2 = A1 + ∆АА и коэффициент роста производства продукции γ = А2 / A1.

В связи с внедрением АСУ снижается себестоимость продукции. Состав статей себестоимости, способы их расчета и методы калькулирования определяются специальными нормативными документами.

При расчетах себестоимости затраты делят на условно-постоянные и условно-переменные.

К условно-постоянным относят те расходы, величина которых практически не зависит от объема выпуска продукции: около 30% затрат на содержание оборудования и рабочих мест, 20% - на текущий ремонт и 40% - на амортизацию производственного оборудования и транспортных средств.

Условно-переменными называют затраты, зависящие от объема выпускаемой продукции. Их экономию в тыс. руб. за год ∆САпр определяют как сумму экономии: ∆САМ - от снижения материальных затрат; ∆САТ – снижения затрат на топливо и энергию на технологические цели; ∆САЗ - экономии фонда заработной платы производственных рабочих; ∆САбр - уменьшения потерь от брака; ∆САнепр - снижения непроизводительных затрат; ∆САП - экономии затрат на подготовку и освоение производства; ∆САоб.пр – снижения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования. Экономию по составляющим условно-переменных затрат определяют прямым счетом и исключают из соответствующих статей калькуляции себестоимости.

По ряду других статей себестоимости экономия определяется косвенно. Условно-переменная часть этих затрат, тыс. руб.,

где САоб.пр и Соб.пр – условно-переменная часть затрат на содержание и эксплуатацию производственного оборудования соответственно в условиях функционирования АСУ и до ее внедрения; CАоб.пр – условно-постоянные затраты на содержание и эксплуатацию оборудования после внедрения АСУ. Переменная часть этой статьи составляет примерно 85% общих затрат.

Так как в их составе изменяется только условно-переменная часть, в среднем прирост на общезаводском уровне составляет 0,3, а на цеховом - 0,4 от прироста объема производства.

Цеховые затраты, после внедрения АСУ, тыс. руб.,

где СЦ - цеховые затраты до внедрения АСУ; DЦ - коэффициент зависимости их прироста от прироста объема производства; ∆ЗАЦ – экономия цехового фонда заработной платы; ∆САнепр.ц – снижение непроизводительных цеховых затрат.

Общезаводские затраты в условиях функционирования АСУ, тыс. руб.,

где составляющие аналогичны указанным выше для цеховых расходов.

Непроизводственные затраты САН возрастают пропорционально росту производства.

Затраты на эксплуатацию АСУ и содержание вычислительного центра CАэкспл определяют по следующим статьям: основная и дополнительная заработная плата персонала вычислительного центра с отчислениями на социальное страхование исходя из расчетной численности персонала и утвержденной схемы должностных окладов; затраты на производственное потребление энергии; амортизация оборудования и линий связи; используемые материалы: текущий ремонт технических средств; накладные расходы.

Себестоимость продукции после внедрения АСУ, тыс. руб.,

где САПП - прочие производственные расходы.

Общую экономию от снижения себестоимости определяют следующим образом. Находят затраты на 1 руб. продукции до и после внедрения АСУ C1 и С2 соответственно: С1 = C/A1 и С2 = СА/А2, где С и СА - себестоимость продукции до и после создания АСУ. Тогда общая экономия

(С1 - С2)А2/100.

Затраты на создание АСУ КАК определяют как сумму следующих видов затрат: КАП - предпроизводственные затраты; КАоб - затраты на оборудование и строительно-монтажные работы для АСУ; ∆ОАоб – изменение величины оборотных средств (разность объемов оборотных средств до и после внедрения АСУ); КАЛ - остаточная стоимость ликвидируемого оборудования, зданий, сооружений, использование которых невозможно, за вычетом КАВ, используемых в АСУ или на других участках.

Предпроизводственные затраты на отдельную подсистему или комплекс задач определяются в соответствии с договором на разработку АСУ или по действующей сметной стоимости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Остаточную стоимость высвобождаемого и ликвидируемого оборудования, зданий, сооружений определяют как разность

где КАп.ст - первоначальная стоимость; ТЭКС – длительность эксплуатации действующего производственного оборудования, зданий, сооружений; На - годовая норма амортизации на полное восстановление, тыс. руб./год.

По данным о снижении себестоимости и дополнительных капитальных вложениях определяют основные показатели эффективности АСУ: годовой прирост прибыли или годовую экономию ПА, эффективность затрат ЕР и срок окупаемости Т.