

*70-летию СКБ-НКСП, МНИИ-1,
ЦМНИИ, ЦНИИ «Агат», НПО «Агат»,
Концерна «Моринфосистема-Агат»
посвящается*

ВВЕДЕНИЕ

Работа любой организации или групп людей связана с использованием и осмыслением информации, а затем — с выполнением определенных действий, т. е. управлением.

Развитие общества сопровождалось производством новых продуктов и изделий, созданием новых отраслей промышленности и т. д., что усложнило взаимодействие таких организаций и групп людей. Например, для распределения продукции появилась торговля; для учета и организации работ — бухгалтерия; для организации денежных потоков между производителями и торговлей — банки и т. д.

Все данные о товарах, объемах производства, ценах, потребностях общества являются информацией, которой обмениваются организации и группы людей для принятия решений по управлению своей деятельностью.

В каждой предметной области деятельности людей (изготовление изделий, производство материалов, добыча и переработка полезных ископаемых, сельскохозяйственное производство и т. п.) накапливаются данные о наиболее эффективных операциях, сокращающих затраты человеческого труда на создание определенного продукта. Эта информация является основой для применения автоматизации.

Анализируя развитие общества, можно отметить, что чем обширнее разделение труда между членами общества, т. е. между организациями и группами, тем больший объем данных — информации — необходим для взаимодействия между членами этого общества. Объем информации, которым обмениваются его члены, растет быстрее, чем число специализаций выполняемых работ, связанных с разделением труда. Таким образом, можно сформулировать общую

закономерность: *объем обмениваемой информации в обществе между его членами определяется числом специализаций в производстве, науке, искусстве, медицине и т. п. и числом организаций и групп, участвующих в процессе воспроизводства продуктов.*

Увеличение объемов обмениваемой информации во времени зависит от роста количества новых организаций и групп.

Важнейшая роль в обмене информацией принадлежит средствам связи. Применение связи обеспечивает обмен информацией между организациями и группами лиц, участвующими в процессах управления.

Принципы построения системы обработки информации и вопросы автоматизации оказались общими для большого круга систем в различных областях человеческой деятельности. Такая возможность появилась в результате развития средств вычислительной техники, повышения ее производительности, упрощения общения человека с этими системами, широкого использования автоматизации, сокращения затрат на эти действия. Степень участия человека в управлении организацией определяется характером и условиями ее работы и уровнем автоматизации системы.

Курс «Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ)» изучает вопросы проектирования АСОИУ, которые связаны с организацией работы по созданию системы, контролю, обеспечению надежности, защищенности и безопасности эксплуатации и затратами на создание системы и ее эксплуатацию.

Основные проблемы построения АСОИУ следующие.

Первой проблемой является определение **необходимости применения АСОИУ**. Ее решение связано с анализом важности задач, для которых она создается. Эти задачи могут определяться:

- социальным заказом общества;
- обеспечением безопасности личности и общества;
- защитой от экономических экспансий в определенных областях промышленности, а также проведением экономических экспансий в своих интересах.

Социальный заказ для АСОИУ связан с необходимостью обработки информации, например, в области медицинского обслуживания, пенсионного обеспечения и т. п.

Под *безопасностью личности* понимается не только защита от бандитов и хулиганов, но и обеспечение условий безопасного труда. *Безопасность общества* также рассматривается не только как защита государства и его строя, но и как обеспечение безопасности производства для работающих людей и окружающей среды.

Безопасность определяется законами государства.

АСОИУ используются также для обеспечения внедрения новых высоких технологий, приводящих к снижению себестоимости, повышению эффективности проведения экономических экспансий с целью увеличения дохода в отраслях промышленности.

Второй проблемой является определение **целесообразности построения АСОИУ**. Под целесообразностью построения АСОИУ будем понимать получение экономических преимуществ в результате использования автоматизированной системы, главным образом дохода, путем сокращения затрат на эксплуатацию при выполнении работ.

Обе рассматриваемые проблемы — необходимость применения и целесообразность построения АСОИУ — практически связаны между собой. Можно принять, что первая проблема определяется политическими, а вторая — экономическими вопросами жизни общества. Учет взаимного влияния этих проблем обеспечивает создание рациональной АСОИУ.

Следующая, *третья*, проблема — **оценка качества выполняемой работы и выпускаемого АСОИУ продукта**. Это важнейший показатель, который связывает качество продукции с ее характеристиками и обеспечивает экономическую основу системы.

Решению этих проблем посвящена первая глава.

Проблема **определения рационального построения АСОИУ и уровня ее автоматизации** является *четвертой* и ключевой, так как в ней определяются задачи и алгоритмы, проводится деление на части-подсистемы, принимаются решения по защищенности и безопасности, оцениваются

требования к контролю, надежности, уровню автоматизации и затраты на создание и эксплуатацию.

Во второй, третьей и четвертой главах рассмотрены вопросы, связанные с решением этой проблемы.

Пятая проблема, от которой зависит рациональная организация работ по созданию АСОИУ, определяется **затратами и сроками выполнения**. Решение этой проблемы связано с особенностями построения АСОИУ, условиями контроля работоспособности частей и затратами на эксплуатацию, а также последовательностью проведения испытаний. Этой проблеме посвящена пятая глава.

Критериями оценки рациональности принимаемых решений по рассмотренным проблемам, наряду с использованием различных оценок эффективности при проектировании, являются экономические показатели, связанные с затратами на разработку, изготовление и эксплуатацию АСОИУ. Главным является *доход* от выпускаемого продукта, который предполагает получить его создатель. Такой подход к построению АСОИУ требует знания функциональных зависимостей между техническими параметрами и характеристиками АСОИУ и экономическими показателями. Методы определения этих зависимостей приведены в настоящей книге.

Для определения закона изменения какой-либо величины по отдельным ее значениям применяются линейная или гиперболическая аппроксимации. Учитывая, что данных для построения аппроксимирующей кривой обычно бывает мало, методы аппроксимации и вопросы достоверности рассматриваются отдельно.

Приведем определения основных терминов, которые используются в этой книге.

Система управления — это взаимосвязанные и взаимодействующие в пространстве и во времени аппаратные и программные средства и личности, реализующие алгоритм управления во времени определенными процессами, целью которых является производство продукта. Продуктом системы могут являться вещества, изделия, цифровые данные, аудио- и видеоинформация, сигналы управления и т. п.

Процессом называется последовательность выполняемых во времени определенных действий — операций, происходящих при производстве продукта. Например, понятие «процесс» соответствует сборка-монтаж для получения изделия, проведение химических или других реакций для получения вещества, выполнение программы расчета по алгоритму с выдачей данных в самых различных объектах: самолете, корабле, торговой фирме, банке и т. п.

Алгоритмы описывают процессы, которыми управляет система. На основании алгоритмов, в которых указываются диапазоны и погрешности всех входных и выходных данных, их временные характеристики, формульные и логические зависимости, а также методики проверки правильности их выполнения, пишутся программы, реализующие алгоритмы на вычислительных средствах.

Автоматизированной системой обработки информации и управления (АСОИУ) будем называть систему, состоящую из взаимосвязанных и взаимодействующих в пространстве и во времени вычислительных, алгоритмических и связанных средств, источников информации с метрологическим обеспечением, средств управления и отображения, применяемых для получения продукта заданного качества в определенных условиях эксплуатации с участием человека.

Структурной схемой устройства, алгоритма, системы будем называть схему, на которой обозначены связи между ее частями.

В соответствии с природой процессов, протекающих в АСОИУ при ее функционировании, можно условно выделить два вида систем: технические и организационные.

Технические системы включают в себя широкий круг подсистем, использующих различные технические средства. К ним относятся системы управления отдельными объектами (станком, краном, кораблем, самолетом и т. п.) и системы, предназначенные для контроля и управления технологическими процессами. Для этих АСОИУ характерно получение информации в основном от автоматических и полуавтоматических устройств и выдача ее также автоматическим исполнительным органам. Для технических систем недопустимо большое запаздывание при передаче и перера-

ботке информации и характерны высокие требования к надежности работы всех процессов управления.

Организационные АСОИУ используются в системах управления административно-организационного типа. К административным системам относятся АСОИУ различными отраслями народного хозяйства, информационно-справочные и информационно-поисковые системы. На первый план в таких системах выдвигаются проблемы поиска информации и разработки программ для решения на ЭВМ отдельных задач. Для систем этого вида источниками информации являются документы, подготовленные человеком и введенные оператором или поступившие по линиям связи. На выходе в этих системах информация выдается в виде документов, удобных для восприятия людьми или в линии связи.

В АСОИУ организационного вида, в силу большей по сравнению с техническими длительностью самих управляемых процессов, обычно происходит относительно большее запаздывание при сборе, передаче и обработке информации и, кроме того, характерно долговременное хранение больших массивов информации.

Конечно, имеются системы, включающие в себя подсистемы различных видов. Так, функционирование крупного предприятия немислимо без экономической подсистемы и в более общем виде может быть представлено как комплекс технической и организационной АСОИУ.

Системы, в которых человек полностью исключен из процесса управления, называются **автоматическими**. Когда в системе управления часть функций по управлению осуществляется человеком, она называется **автоматизированной**.

Известны АСОИУ, в которых человек-оператор или группа операторов не принимает непосредственного участия в выполнении системной задачи, а вмешивается в работу лишь при необходимости изменения характеристик функционирования. В этих системах сложность объекта управления и ответственность решаемых системой задач не позволяют исключить человека полностью или на достаточно длительный период из процесса управления. Для изменения характеристик функционирования системы оператор,

по показаниям индикационных устройств, принимает решение о необходимости воздействия на процесс управления. При этом возникает проблема определения объема и формы представления оператору информации, которую нужно понять и принять решение в определенный промежуток времени. Особенно актуальна эта проблема в системах с малым временем, отводимым на контроль и принятие решения.

Известны АСОИУ, в которых человек-оператор осуществляет функции непосредственного управления выполнением системой задачи. Применение этих АСОИУ характерно для наиболее сложных объектов, когда воздействие на процесс не может быть полностью алгоритмизировано, зависит, в общем случае, от множества факторов самой различной природы (общественно-экономической, юридической, политической и т. д.) и осуществляется человеком или группой лиц, обладающих специальными знаниями и конкретными целевыми установками. В этих случаях, управляя процессом, человек-оператор стремится добиться в определенном смысле наилучшего хода процесса.

Автоматизированные системы обработки информации и управления могут значительно отличаться по характеру и объему решаемых задач, типам объектов управления и ряду других признаков. Поэтому можно классифицировать АСОИУ по различным признакам:

- размерам сферы действия (в масштабах земного шара, государства, отрасли, предприятия, отдельных процессов и операций);
- характеру решаемых задач (стратегические, тактические, оперативные).

Исторически сложилось разделение АСОИУ на следующие классы по требованиям к *времени реакции* на поступающую информацию и сигналы:

- АСОИУ реального масштаба времени;
- АСОИУ с контрольным временем;
- АСОИУ со свободным временем.

По *областям работы* АСОИУ разделяются:

- на АСУП — автоматизированные системы управления производством;

- БАС — банковские автоматизированные системы;
- связные, осуществляющие коммутацию линий связи;
- используемые в торговле;
- военные;
- бронирования мест;
- медицинские;
- административные;
- справочные.

В свою очередь, каждая область АСОИУ может делиться на классы по определенным условиям использования. Например, военные АСОИУ делятся *по месту их установки* на стационарные, передвижные, бортовые; по требованиям к *конструкции, схемам и условиям работы* — на наземные, морские, самолетные, ракетные и т. д.

Рассмотрим требования к временным характеристикам работы различных классов АСОИУ.

1. АСОИУ реального масштаба времени характеризуются тем, что они используются в управлении процессами, в которых жестко регламентированы моменты поступления информации и выдачи сигналов управления и данных либо жестко регламентированы длительность обработки информации и моменты выдачи сигналов управления и данных. Характерной особенностью этих систем является высокая частота поступления данных (до нескольких мегагерц) и частота выдачи сигналов управления и данных (до нескольких сотен герц). Эти требования относятся к АСОИУ двигателями, самолетами, стрельбой и запуском ракет, некоторыми химическими производствами, станками и обрабатывающими центрами, тренажерами и т. п.

2. АСОИУ с контрольным временем в основном встречаются при обслуживании процессов, в которых регламентируются только определенные этапы выполнения процесса, например выдача на экран заранее подготовленных данных не более чем через 3...6 с от момента запроса, получение данных по определенным реквизитам за время не более заданного и т. п.

3. К АСОИУ со свободным временем относятся аналитические, исследовательские, автоматизированные системы

управления производством, коммерческие и др., у которых время получения результата определяется производительностью вычислительных средств, а время выполнения заявки может составлять 10 мин или более.

4. Каждая АСОИУ в любой области применения должна иметь защиту от несанкционированного использования и проникновения вирусов, которые нарушают работу программ и системы. Это требование является обязательным для любой АСОИУ, в зависимости от области применения оно только конкретизируется.

1

ГЛАВА

ОСНОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АСОИУ

Проблемы создания системы определяются потребностью и уровнем развития общества, затратами на создание системы производства продукта, его ценой на рынке и объемом выпуска. Эти показатели непосредственно связаны с характеристиками процесса производства продукта и его потреблением обществом.

Рассмотрим экономические показатели выбираемого процесса производства продукта.

1.1. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТА

Для определения целесообразности производства продукции необходимо знание ряда экономических показателей, которые общество или его часть предъявляет к продукту, производимому системой, а также тенденции их изменения во времени. Эти экономические показатели практически определяют требования к основным техническим характеристикам предполагаемой к построению системы, времени ее создания и длительности использования — эксплуатации.

Перспективность выбранного процесса и системы управления оценивается на основе маркетинговых исследований, которые определяют:

- затраты на создание продукта;
- основные показатели продукта;
- потребности в продукте и объеме его выпуска;

- диапазон возможных цен продажи продукта;
- прогнозируемую длительность использования продукта;
- затраты на утилизацию системы.

Основными показателями для потребителя являются высокое качество продукта, относительно низкая его цена и объем выпуска.

Для производителя продукта главной является величина дохода, которую он получает после учета всех затрат, связанных с созданием системы, длительностью ее эксплуатации, объемом производства продукта. Эта величина зависит от цены продукта на рынке, его качества, объема изготовления и организации производства.

Стоимость производимого продукта за год определяется зависимостью

$$S = MЦ, \quad (1.1)$$

где M — объем производимого продукта за год; $Ц$ — цена единицы продукта.

Экономическая эффективность создаваемой системы определяется величиной дохода

$$D = S - S_{сж}, \quad (1.2)$$

где D — доход за период жизни системы; $S_{сж}$ — затраты за период жизни системы, состоящие из затрат на создание системы $S_{п}$ и эксплуатацию $S_{эк}$, в процессе которой производится выпуск продукта.

$$S_{эк} = CM, \quad (1.3)$$

где C — затраты на производство системой одного вида продукта.

$$S_{сж} = S_{п} + CM. \quad (1.4)$$

Затраты на продукт, производимый системой, определяются следующими основными факторами:

- процессом получения продукта — затратами человеческого труда, надежностью аппаратуры системы;
- потреблением энергии для производства продукта;
- стоимостью исходных материалов продукта;
- величиной налогов и накладных расходов.

[. . .]