

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/266374995>

Основы проектирования АСОИУ

BOOK · JANUARY 2006

DOI: 10.13140/2.1.1.1660.8006

READS

106

1 AUTHOR:



[Alexey Anokhin](#)

National Research Nuclear University MEPHI

33 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

SEE PROFILE

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
АГЕНТСТВО ПО
ОБРАЗОВАНИЮ**

**ОБНИНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
АТОМНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ (ИАТЭ)**

А.Н. Анохин

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСОИУ

Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 230100 Информатика и вычислительная техника, специальности 230102 Автоматизированные системы обработки информации и управления

**Учебное пособие
для студентов
специальности
230102**



Анохин А.Н. Основы проектирования АСОИУ. Учебное пособие по курсу «Проектирование АСОИУ» для студентов специальности 220200. – Обнинск: ИАТЭ, 2006. – 84 с.

В пособии излагаются основы технологических и организационно-управленческих аспектов проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ). Выполнен обзор понятийного аппарата теории автоматизированного управления. Рассмотрена классификация и структура АСОИУ. Описаны современные концепции жизненного цикла и этапы проектирования АСОИУ. Подробно излагаются методики предпроектного анализа объекта автоматизации. Особое внимание уделяется практическим вопросам решения задач проектирования.

Для студентов, обучающихся по специальности 220200 «Автоматизированные системы обработки информации и управления», студентов и аспирантов смежных кибернетических специальностей и направлений, специалистов, занимающихся проектированием и внедрением АСОИУ.

Табл. 3, ил. 13, библиограф. 7 назв.

Рецензенты:

заместитель начальника Тамбовского высшего авиационного инженерного училища (военного института) по учебной и научной работе, д.т.н., проф. **А.В. Богословский**

профессор кафедры информатики и вычислительной техники Сургутского государственного университета, д.т.н., проф. **В.А. Острейковский**

Тем. план 2006, поз. 13

© А.Н. Анохин, 2006 г.

© Обнинский государственный технический университет атомной энергетики (ИАТЭ), 2006 г.

Перечень сокращений

АРМ	автоматизированное рабочее место
АС	автоматизированная система
АСНИ	автоматизированная система научных исследований
АСОИУ	автоматизированная система обработки информации и управления
АСУ	автоматизированная система управления
АСУ ТП	автоматизированная система управления технологическими процессами
АСУП	автоматизированная система управления предприятием
БД	база данных
ГАС	государственная автоматизированная система управления
ИС	информационная система
ОАСУ	отраслевая автоматизированная система управления
СУБД	система управления базами данных
ТЗ	техническое задание
CASE	computer assisted system engineering (системный анализ с помощью ЭВМ)
CPI	continuous process improvement (непрерывное усовершенствование производственных процессов)
CPM	corporate performance management (управление эффективностью предприятия)
CRM	customer relationships management (управление взаимодействием с клиентами)
CUI	common user interface (общепринятый пользовательский интерфейс)
ERP	enterprise resource planning (планирование денежных средств)
IEC	International Electrotechnical Commission (Международная комиссия по электротехнике)
ISO	International Organization of Standardization (Международная организация по стандартизации)
MRP	material requirements planning (планирование потребностей в материалах)
MRP-II	manufacturing resource planning (планирование производственных ресурсов)
MRP-III	money resource planning (планирование денежных средств)
OLAP	on-line analytical processing (системы интеллектуального анализа данных)
TQM	total quality management (общее управление качеством)

Термин и содержание предметной области «автоматизированные системы управления» (АСУ) в значительной степени обусловлены отечественной традицией и не всегда соответствуют западным представлениям. Так, в США и странах Европы исторически сложились две области деятельности в интересующей нас сфере:

с одной стороны, это деятельность, направленная на оптимизацию управленческой структуры, формализацию, унификацию и совершенствование процессов управления предприятием; методы системного анализа, организационного менеджмента и др. развивались на Западе, начиная с 20-х годов прошлого века;

с другой стороны, это информатизация и компьютеризация управленческих процессов, создание баз данных и программного обеспечения, автоматизирующих эти процессы.

Как правило, западные специалисты в области компьютерных наук приходили на предприятие, в котором все организационно-управленческие процессы были уже отлажены и хорошо формализованы.

К сожалению, в СССР это направление было упущено. Создаваемые на отдельных предприятиях отделы научной организации труда хоть и предназначались для такого рода задач, однако не могли справиться с все подавляющей административно-командной системой управления. Асупщики, начиная работать с предприятием, сталкивались с тем, что большинство автоматизируемых процессов оказывались плохо формализованными, неоптимальными. Академик В.М. Глушков, высказываясь на эту тему, говорил, что «нельзя автоматизировать хаос». Как следствие, именно на плечи специалистов по АСУ падала задача формализации и приведения организационных процессов на предприятии к «виду, пригодному для автоматизации». Это обусловило в 70-80-е годы следующее наполнение специальности АСОИУ: сочетание теории управления, системного анализа и компьютерных наук. Это сочетание остается уникальным и до сих пор, что делает специальность АСОИУ очень привлекательной и востребованной.

Бурное развитие информационных технологий, вычислительной техники, смена экономического строя в нашей стране привели к существенному пересмотру взглядов на методологию и технологию создания АСУ, особенно в административно-организационной сфере. Вследствие этого существующая в данной области литература сильно устарела, хотя принципиальные идеи, заложенные классиками – В.М. Глушковым [2], А.Г. Мамиконовым [5], В.А. Трапезниковым, В.Н.

Четвериковым и другими учеными, остаются актуальными и непревзойденными и по сей день. К сожалению, большинство новых изданий по проектированию АСОИУ либо повторяют старые ошибки, либо копируют западные технологии, не обращая внимание на огромный прошлый отечественный опыт. Аналогичная ситуация наблюдается и в области стандартизации информационных технологий.

Данное учебное пособие преследует три цели: 1) обеспечить студентов специальности 220200 – АСОИУ методическим материалом для изучения дисциплины «Проектирование АСОИУ» и выполнения всех видов практических работ по ней; 2) дополнить классические учебники 70-80-х годов по проектированию АСУ современным материалом и технологиями; 3) изложить личный опыт автора в данной области, иллюстрирующий решение ряда задач и современные тенденции в области административно-организационных АСОИУ.

Чтобы определить содержание пособия, обратимся к государственному образовательному стандарту (ГОС) направления 654600 – Информатика и вычислительная техника, специальности 220200 – Автоматизированные системы обработки информации и управления. ГОС следующим образом определяет содержание дисциплины СД.10 Проектирование АСОИУ: *общая характеристика процесса проектирования АСОИУ; структура информационно-логической модели АСОИУ, разработка функциональной модели; исходные данные для проектирования; разработка модели и защита данных; разработка пользовательского интерфейса; разработка проекта распределенной обработки; структура программных модулей; разработка алгоритмов; логический анализ структур АСОИУ; анализ и оценка производительности АСОИУ; управление проектом АСОИУ; проектная документация; инструментальные средства проектирования АСОИУ; типизация проектных решений; графические средства представления проектных решений.*

Настоящее пособие нацелено на освещение первых четырех (выделены курсивом) разделов приведенной аннотации ГОС. В дальнейшем автор планирует продолжение, в котором будут рассмотрены организационные и управленческие аспекты создания АСОИУ – от управления проектом до средств представления проектных решений. В данном пособии, наряду с обзором основных понятий, жизненного цикла и стандартов, регламентирующих проектирование и эксплуатацию АСОИУ, выполнено подробное описание начальной трудно формализуемой стадии проектирования. Что касается баз данных, сетевой архитектуры, пользовательского интерфейса, программирования, то эти вопросы сознательно опущены, т.к. им и так посвящено немало хороших и полезных учебников и руководств.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ АСОИУ

1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ АСОИУ

Рассмотрим основные понятия, используемые в теории автоматизированного управления.

Система управления – это взаимосвязанные и взаимодействующие в пространстве и во времени средства, управляющие течением определенного процесса, в результате которого производится продукт. *Процессом* называется последовательность выполнения определенных действий – операций, происходящих при производстве продукта. Результатом выполнения процесса является получение *продукта*.

Системы управления бывают автоматическими и автоматизированными (рис. 1). Системы, в которых человек полностью исключен из процесса управления, называются *автоматическими*. Когда в системе часть функций по управлению осуществляется человеком, они называются *автоматизированными*. Таким образом, *автоматизированная система* – это система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций.

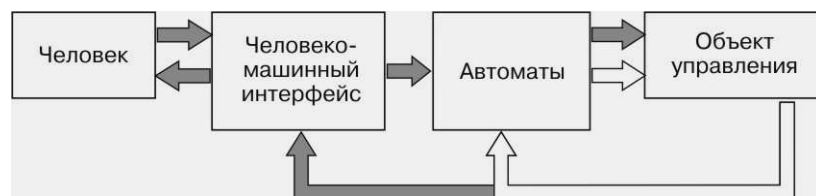


Рис. 1. Контур автоматического (светлые стрелки) и автоматизированного (темные стрелки) управления

Автоматизированной системой обработки информации и управления (АСОИУ) называется система, состоящая из взаимосвязанных и взаимодействующих в пространстве и во времени вычислительных, алгоритмических и связанных средств, источников информации с метро-

логическим обеспечением, средств управления и отображения, применяемых для получения продукта заданного качества с участием человека в определенных условиях эксплуатации.

АСОИУ – условное обобщенное название целого спектра автоматизированных систем (АС), к числу которых сегодня принадлежат автоматизированные системы управления (АСУ); автоматизированные системы научных исследований (АСНИ); системы автоматизированного проектирования (САПР); автоматизированные системы обработки и передачи информации; автоматизированные системы технологической подготовки производства; автоматизированные системы контроля и испытаний; автоматизированные обучающие системы (АОС).

До середины 1980-х годов АСОИУ охватывали не только класс систем управления, но и зарождающийся в то время класс компьютерных систем, предназначенных для самых различных «бытовых», развлекательных, справочных и других функций. Чуть позднее такие системы выделились в самостоятельный класс *информационных систем*. Сегодня в число информационных систем входят информационно-поисковые системы (ИПС); информационно-справочные системы (ИСС); геоинформационные системы (ГИС); медиаинформационные системы и др.

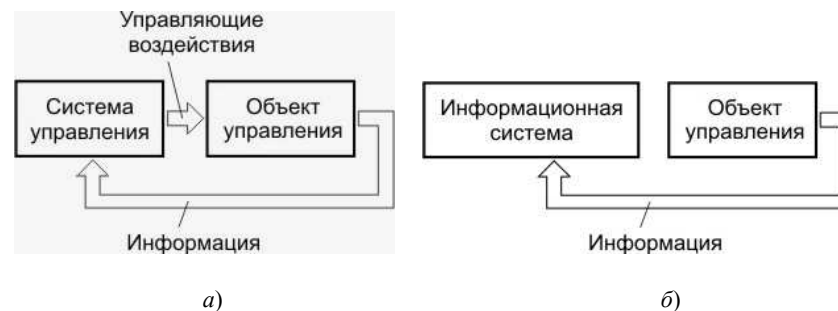


Рис. 2. Структура АСУ (а) и ИС (б)

Изначально полагалось, что основным отличием АСУ от ИС является наличие у первых «прямой» связи – управляющих воздействий (рис. 2). Однако со временем появились информационные системы, предназначенные для управления, например, информационно-управляющие системы, интегрированные информационно-управляющие системы, автоматизированные информационные системы; корпоративные

системы, корпоративные информационно-управляющие системы, корпоративные информационные системы управления, комплексные информационные системы и т.п.

Большинство перечисленных систем по своей сути повторяют основные черты классических АСУ и вносят путаницу в систематизацию. Очевидно, что процесс «дрейфа» терминов в данной области не остановить – отчасти это результат развития технологий, отчасти – влияние Запада. В этом нет ничего страшного; просто нужно четко понимать, чем отличаются различные классы систем и уметь распознать любого из представителей этих классов.

АСОИУ принято классифицировать по следующим признакам:

по роли человека (возможность в той или иной степени вмешиваться в процесс функционирования);

по размерам сферы действия – в масштабах земного шара, государства, отрасли, предприятия, отдельных процессов и операций;

по характеру решаемых задач – стратегические, тактические, оперативные;

по времени реакции на поступающую информацию – системы реального времени, с контрольным временем, со свободным временем;

в зависимости от объекта управления – системы управления технологическими процессами, предприятием, отраслью, государственные системы.

Рассмотрим некоторые из этих классов более подробно. **По времени реакции** на поступающую информацию и сигналы различаются следующие системы.

АСОИУ реального масштаба времени характеризуются тем, что они используются в управлении процессами, в которых жестко регламентированы моменты поступления информации и моменты выдачи сигналов управления и данных. Характерной особенностью этих систем является высокий темп поступления данных (до нескольких МГц) и частота выдачи сигналов управления и данных (до нескольких сотен Гц). Эти требования в частности относятся к АСОИУ двигателями самолетов, стрельбой и запуском ракет, некоторыми химическими производствами, станками, тренажерами и др. Понятие реального времени является относительным, а не абсолютным. Так, для одного объекта темп реального времени измеряется в МГц, для другого – в Гц. Универсальным критерием того, что система соответствует требованиям реального времени является то, что «объект управления не должен ждать систему управления».

АСОИУ с контрольным временем применяются при обслуживании процессов, в которых регламентируются только определенные

этапы выполнения процесса. Например, выдача ответа должна произойти не более чем через 3–6 с от момента запроса.

К *АСОИУ со свободным временем* относятся аналитические, исследовательские, коммерческие и другие системы, у которых время получения результата определяется только производительностью вычислительных средств.

В зависимости от объекта управления АСОИУ делятся на *автоматизированные системы управления технологическими процессами* (АСУ ТП), предназначенные для сбора и обработки информации, выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления (ТОУ) в реальном масштабе времени;

автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП), предназначенные для сбора и обработки информации и выработки управляющих воздействий на организационно-административный объект управления, в том числе в реальном масштабе времени; АСУП могут существенно отличаться друг от друга в зависимости от размера предприятия, который может быть малым, средним (около 500 чел.) и большим (до 10 тыс. сотрудников);

отраслевые автоматизированные системы управления (ОАСУ), предназначенные для сбора и обработки информации и выработки управляющих воздействий на отрасль в целом или отдельные ее предприятия и реализуемые в виде совокупности совместно функционирующих АСУ ТП и АСУП;

государственные автоматизированные системы (ГАС), предназначенные для сбора и обработки информации при решении определенной задачи в масштабах государства (например, ГАС «Выборы», АС «Государственный регистр населения»).

В результате объединения систем разного типа возникают *интегрированные системы*. Примером является объединение АСУ ТП, поставляющей исходную информацию о производстве продукции, и АСУП, осуществляющей технико-экономический анализ этой информации и принятие управленческих решений.

1.2. СТРУКТУРА АСОИУ

В зависимости от применяемого принципа декомпозиции системы в структуре АСОИУ принято выделять следующие компоненты:

функциональные подсистемы (иногда называемые задачами, функциональными модулями или просто модулями), автоматизирующие

щие выполнение управленческих или производственных задач предприятия (например, учет запасов на складе, управление персоналом);

обеспечивающие подсистемы или виды обеспечения, посредством которых реализуется работа функциональных подсистем (например, информационное, программное обеспечение).

Совокупность принципов организации и взаимодействия этих подсистем образует *архитектуру* АСОИУ. Рассмотрим введенные понятия более подробно.

1.2.1. Виды обеспечения АСОИУ

Виды обеспечения АСОИУ и их взаимосвязи друг с другом и с внешними объектами – пользователями, эксплуатационным персоналом и объектом управления представлены на рис. 3.

Техническое обеспечение включает в себя все аппаратно-технические средства, используемые при функционировании АСОИУ – ЭВМ, сетевое и периферийное оборудование, измерители и преобразователи сигналов, конструктивные модули, линии и средства связи, а также описание их функциональных, конструктивных и эксплуатационных характеристик. Сегодня для большинства систем административно-организационного управления, например, АСУП, создание технического обеспечения сводится к закупке и установке рабочих мест, серверов и сети с заданной конфигурацией. В отличие от АСУП технические средства управляющих систем, таких как АСНИ и АСУТП, должны обеспечивать связь с объектом управления, что зачастую требует разработки нестандартных устройств и интерфейсов.

Программное обеспечение – это совокупность программ и программной документации, обеспечивающих создание, функционирование и проверку работоспособности АСОИУ. Программное обеспечение принято разделять на системное и прикладное. В состав системного программного обеспечения входят операционные системы, системы и среды программирования, СУБД. К прикладным обычно относят программы, выполняющие решение пользовательских задач, специальные программы, программы общего назначения – текстовые и графические редакторы, математические библиотеки, почтовые системы.

Как правило, при проектировании АСУП пишутся прикладные программы, реализующие функции обработки и представления информации в пользовательских приложениях, а также макросы и встроенные процедуры для СУБД и некоторых программ общего назначения. При создании управляющих систем могут разрабатываться отдельные системные и специальные программы, обеспечивающие связь с

объектом управления, повышенную надежность и быстродействие системы. К программному обеспечению АСОИУ необходимо также отнести и средства создания самой системы, такие как CASE-средства, интегрированные пакеты и типовые решения. Эти средства обеспечивают не только разработку и внедрение системы, но и ее дальнейшее расширение, модификацию и сопровождение.

Информационное обеспечение – это совокупность информации, принципов ее организации и хранения, обеспечивающих решение поставленных перед АСОИУ задач. Информационное обеспечение АСОИУ является частью общей информационной системы предприятия и включает в себя оперативные базы данных (БД), хранилища данных, совокупность информационных моделей, классификаторов и методов кодирования информации, нормативной базы, методов и средств защиты, резервирования и восстановления информации. Напомним, что информационная система предприятия в дополнение к перечисленным компонентам содержит документы, их формы и порядок их обращения внутри и вне предприятия – документооборот. Информационное обеспечение является одним из наиболее трудоемких объектов проектирования. Чтобы создать его, необходимо не только разработать информационные модели и базы данных, но и выполнить огромную рутинную работу по их заполнению, созданию справочников, миграции (импорту) данных из старых БД и отдельных разрозненных файлов.

В небольшой степени создание информационного обеспечения подвержено типовым решениям. К таким решениям относится использование общероссийских и отраслевых классификаторов, а также классификаторов, действующих на данном предприятии. Кроме того, опытные разработчики уже имеют стандартные заготовки информационных моделей для решения типовых задач, таких как кадровый и бухгалтерский учет, сбыт, снабжение, планово-экономическое управление и др. Однако даже в этом случае проектирование информационных моделей требует учета специфики конкретного предприятия.

Интеллектуальное обеспечение – это совокупность знаний, принципов их кодирования, хранения и механизма использования для решения поставленных перед АСОИУ задач. Интеллектуальное обеспечение в той или иной мере присутствует практически в каждой системе, однако основную роль оно играет при решении трудноформализуемых задач. В этом случае при проектировании соответствующей подсистемы АСОИУ может быть использована технология экспертных систем, основанных на знаниях. В таких системах наряду с базой данных создается еще и база знаний, в которую помещаются знания, закодированные в определенной форме, например, в виде продукци-

онных правил или фреймов. Выбирая ту или иную интеллектуальную технологию, необходимо оценить возможность и оправданность ее применения, т.е. наличие и доступность источников знаний (экспертов и документации), качество знаний, их объем и другие факторы. Наиболее трудоемким процессом при проектировании интеллектуального обеспечения является извлечение знаний, заполнение и верификация базы знаний. В отличие от заполнения базы данных эта работа не является рутинной и доступна лишь квалифицированным исполнителям – системному аналитику и инженеру по знаниям. Наряду с базой знаний в рамках интеллектуального обеспечения создается также механизм вывода и трассировки – объяснения полученных выводов.

Применение интеллектуальных технологий в АСОИУ пока еще является редкостью и практически не предусматривается типовыми решениями. Наиболее проработанным здесь является проектирование экспертных систем, решающих задачи диагностики, прогнозирования и управления в рамках АСУТП сложных технологических объектов, таких как атомная станция, авиационные и космические системы и др.

Математическое обеспечение длительное время отождествлялось с программным обеспечением ЭВМ. Это было связано с тем, что ЭВМ 50-60-х годов использовались преимущественно для расчетных задач, а программы, создаваемые в то время, реализовывали математические методы. Сегодня под математическим обеспечением понимаются не программы, а совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, используемых в АСОИУ для обработки и преобразования информации при решении поставленных перед ней задач.

Предприятия, не имеющие опыта автоматизации и внедряющие у себя первое поколение административно-организационных АСОИУ, обычно ориентируют систему исключительно на учетные функции, т.е. на хранение, выборку и представление пользователям нужной информации без ее серьезной обработки. Однако, по мере накопления опыта система начинает «обращать» все более сложными алгоритмами, реализующими математические методы оптимизации и линейного программирования для задач планирования, статистическую обработку при подготовке отчетов, сложные логические процедуры для анализа поступающей информации и т.п. Управляющие системы, как правило, сразу создаются с ориентацией на диагностические функции, а потому непременно используют соответствующие математические модели и методы анализа и диагностики.

Организационное обеспечение – это комплекс административно-организационных мер и документов, устанавливающих организационную структуру, права и обязанности пользователей и эксплуата-

ционного персонала АСОИУ в процессе создания, внедрения, функционирования, проверки и обеспечения работоспособности системы. Организационные меры в рамках организационного обеспечения могут определять порядок взаимодействия работников предприятия с АСОИУ и ее разработчиками, изменять порядок прохождения документов и принятия решений на предприятии, определять статус электронной информации и документов, изменять должностные обязанности и инструкции персонала, взаимодействующего с системой, стимулировать персонал к эффективной и безошибочной работе с системой, защищать систему от ошибочных действий персонала. К организационным мерам также относится создание структурных подразделений, обеспечивающих эксплуатацию, сопровождение и развитие системы.

Организационное обеспечение направлено на снижение негативного проявления «человеческого фактора» и его влияния на качество функционирования АСОИУ. Реализация намеченных организационных мер обычно затрагивает интересы многих людей на предприятии, а потому является наиболее «вязким» и тонким процессом.

Другим видом обеспечения, направленным на повышение эффективности функционирования системы, является **методическое обеспечение**. Оно представляет собой совокупность документов и рекомендаций, описывающих технологию функционирования АСОИУ, методы выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов при функционировании системы.

Непосредственно с организационным связано **правовое обеспечение** – совокупность правовых норм и документов, регламентирующих правовые отношения при функционировании АСОИУ и юридический статус результатов ее функционирования – документов и решений, продуцируемых с помощью АСОИУ. Особую роль данный вид обеспечения играет в системах управления потенциально опасными объектами, например, атомными станциями. Реализация неверного решения в таких системах может принести немалый экономический и экологический ущерб, и даже привести к большим человеческим жертвам. Именно правовое обеспечение призвано определить, должен ли оператор беспрекословно исполнять решения системы, несет ли он ответственность за исполнение ее неверных решений, несут ли такую ответственность проектировщики системы.

Другим видом обеспечения, выделившимся из организационного, является **кадровое обеспечение** – комплекс мер по подготовке кадров для последующей эксплуатации, сопровождения и развития системы.

Диалоговое обеспечение – это совокупность средств (визуальных, сенсорных и др.) и принципов организации обмена инфор-

мацией между пользователями и АСОИУ. Проектирование диалогового обеспечения включает в себя составление перечня используемых в системе диалоговых процессов и унифицированных действий пользователя, разработку сценариев диалога различных пользователей с подсистемами АСОИУ, разработку реакции системы на различные действия пользователей (например, защита или предупреждение о возможности совершения непоправимых действий, синтаксический и семантический контроль вводимой информации, удержание текущей информации и др.), создание диалоговых форм (окон) и выходных документов, психолого-эргономическую, художественную и композиционную проработку решений.

В большинстве случаев диалог пользователя с системой проектируется в соответствии с требованиями общепринятого стандарта CUI (Common User Interface) пользователей персональных компьютеров, разработанного фирмой IBM. Этот стандарт поддерживается большинством инструментальных средств для разработки пользовательских приложений.

Лингвистическое обеспечение является составной частью диалогового и предназначено для формализации естественного языка, используемого при общении пользователей и эксплуатационного персонала с АСОИУ. Обычно оно включает в себя глоссарий терминов и понятий, принятых на предприятии. Ранее к лингвистическому обеспечению относили также требования к применению языков программирования, к кодированию и декодированию данных, к языкам ввода-вывода данных, языкам манипулирования данными, средствам описания предметной области. Однако современные унифицированные технологии создания систем и стандартные инструментальные средства в подавляющем большинстве случаев делают этот вопрос неактуальным.

Диалоговое обеспечение является составной частью **эргономического обеспечения**, направленного на согласование психологических, психофизиологических, антропометрических и физиологических характеристик и возможностей пользователей с техническими характеристиками АСОИУ и параметрами рабочих мест и рабочей среды. Для административно-организационных АСОИУ эргономическое обеспечение обычно сводится к выбору мебели (столов, кресел), грамотному подбору и размещению компьютерных мониторов, организации освещения, регламентированию режима труда и отдыха персонала. Иная ситуация наблюдается для АСУ ТП, которые зачастую эксплуатируются в небезопасных условиях и требуют очень быстрой реакции от оператора. В этих случаях необходима серьезная эргономическая проработка видеокадров, манипуляторов, рабочих мест и условий работы.



Рис. 3. Виды обеспечения АСОИУ и их взаимосвязь

Метрологическое обеспечение – это комплекс мер и технических средств, обеспечивающих заданное качество взаимодействия АСОИУ с объектом управления. Это взаимодействие включает в себя регистрацию и преобразование первичной информации об объекте управления, формирование управляющей информации и ее передачу исполнительным механизмам. Данный вид обеспечения характерен прежде всего для управляющих систем. В него входят требования к точности измерений параметров и к метрологическим характеристикам измерительных каналов, обеспечение метрологической совместности технических средств системы, метрологическое обеспечение технических и программных средств, описание порядка выполнения метрологической аттестации с указанием организаций, проводящих ее.

1.2.2. Функциональные подсистемы

Компонент АСОИУ, предназначенный для автоматизации определенного вида деятельности или решения одной задачи, называется

функциональной подсистемой. Каждая функциональная подсистема, как правило, имеет в своем составе несколько видов обеспечения – информационное, программное и др. Некоторые обеспечивающие подсистемы могут быть общими сразу для нескольких функциональных подсистем. Так, например, современная архитектура АСОИУ предполагает создание единой общей базы данных, которой пользуются все функциональные подсистемы.

Доступ каждого пользователя к «своей» функциональной подсистеме осуществляется через *автоматизированное рабочее место* (АРМ) – программно-технический комплекс, ориентированный на определенный вид деятельности (например, АРМ технолога, АРМ бухгалтера и др.).

Функциональная структура АСОИУ соответствует функциональной модели автоматизируемого предприятия и декомпозируется на отдельные производственные и управленческие задачи предприятия. Состав этих задач во многом зависит от специфики предприятия и отрасли. Тем не менее, существуют общие, инвариантные к предметной области принципы организации производства, лежащие в основе управления предприятиями.

Современная западная концепция управления предприятием берет свое начало в 1960-х годов. Первым шагом в ее развитии стал новый подход к *планированию потребностей в материалах* (MRP – Material Requirements Planning). Основная идея системы управления MRP состоит в том, что любые материалы и комплектующие, необходимые для выполнения заказа, должны быть в наличии в нужное время и в нужном количестве. Данная задача носит как учетный, так и оптимизационный характер. Учетная составляющая предполагает оперативный сбор информации о местонахождении и движении сырья, комплектующих и готовых изделий внутри предприятия. Оптимизационная часть состоит в минимизации запасов на складах с учетом ограничения ресурсов и сроков выполнения заказов. Таким образом, подход MRP решает первую задачу управления предприятием – **управление материальными потоками** от планирования закупок сырья (материально-технического снабжения) до отгрузки товара потребителю (сбыта).

Расширением этого подхода стало *планирование производственных ресурсов* (MRP-II – Manufacturing Resource Planning), охватывающее наряду с управлением материальными потоками и **управление производством**. Основной задачей системы MRP-II стало общее планирование и управление ресурсами предприятия, включая планирование загрузки оборудования и персонала, составление сетевых графиков, контроль и управление всеми стадиями производственного цикла,

в зависимости от его характера – дискретного, непрерывного, единичного или серийного.

Впоследствии одна из функций управления ресурсами предприятия, а именно, управление трудовыми ресурсами, выделилась в самостоятельную задачу. В современных системах **управление персоналом** включает в себя не только учет мероприятий, связанных с сотрудниками – прием на работу, учет рабочего времени, расчет зарплаты, увольнение и др., но и коллективный подбор персонала под производственные процессы, формирование и оптимизацию организационной и штатной структуры предприятия,

Развитием подхода MRP-II явилось вовлечение в процесс управления ресурсами еще одной задачи – **управления финансами**. Управленческим подходом следующего поколения стало *планирование денежных средств* (MRP-III – Money Resource Planning), направленное на анализ и прогнозирование возможности реализации производственного плана с точки зрения наличных и предполагаемых денежных средств. В современных системах управления подсистема управления финансами охватывает чрезвычайно широкий диапазон задач, таких как учет прямых и косвенных затрат в различных разрезах, составление бюджета и финансового плана предприятия, учет финансовых средств и управление платежными операциями, оценка финансового риска, планирование инвестиций, составление финансовой и налоговой отчетности и др.

Описанные выше MRP-подходы были обобщены и объединены в единую концепцию *планирования ресурсов предприятия* (ERP – Enterprise Resource Planning), являющуюся сегодня де-факто западным стандартом системы управления предприятием. Помимо MRP-функций система управления ERP включает в себя

управление транспортом – планирование и управление заказами на транспортировку грузов – сырья и готовой продукции (в том числе и для предприятий, занимающихся грузоперевозками), учет тарифов, контроль местонахождения грузов;

управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования – планирование и учет мероприятий, связанных с периодическим профилактическим ремонтом и обслуживанием производственного оборудования;

управление проектами – планирование, мониторинг и управление ходом реализации всех долгосрочных проектов на предприятии, включая научно-исследовательские и конструкторско-технологические работы, подготовку и техническое переоснащение производства и др.

Таким образом, можно утверждать, что ERP-система управления – это интегрированный комплекс, состоящий из взаимосвязанных и взаимодействующих функций, ориентированных на комплексное эффективное процессно-ориентированное управление предприятием. К традиционным ERP-функциям относятся управление материальными потоками, управление производством, управление персоналом, управления финансами, управление транспортом, управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования, управление проектами.

Похожая концепция управления сложилась и на отечественных предприятиях. Она включает в себя решение следующих управленческих задач:

- управление научно-исследовательскими и конструкторско-технологическими работами;
- управление формированием производственной структуры;
- управление производством основной продукции;
- управление вспомогательно-обслуживающим производством;
- управление транспортным процессом;
- управление производственными мощностями и процессами использования основных фондов;
- управление материально-техническим снабжением;
- управление трудовыми ресурсами;
- управление сбытом продукции;
- управление финансами и денежными средствами.

Подавляющее большинство готовых западных систем автоматизации, предлагаемых для внедрения на предприятиях различного размера и направленности, ориентированы на ERP-концепцию управления. Такие системы носят название ERP-систем. К их числу относятся не только лидеры мирового рынка SAP R/3, Baan, Oracle Applications, Ахартa, но и десятки других систем среднего и малого класса, в том числе и отечественных. Практически все ERP-системы имеют открытую модульную архитектуру (от единиц до нескольких десятков автономных *функциональных модулей* или *подсистем*, интегрирующихся в единую систему), повторяющую с той или иной степенью детализации ERP-концепцию управления.

Отметим еще раз, что отличительной особенностью ERP-систем является их интегрированность. Альтернативой *интегрированным системам* являются *локальные системы*, автоматизирующие отдельные управленческие функции, например, документооборот, бухгалтерский учет или управление проектами. Функциональные возможности локальных систем благодаря их узкой специализации могут превышать возможности аналогичных функциональных подсистем интегрирован-

ных систем. Системы с узконаправленной функциональностью также широко представлены на отечественном и зарубежном рынках.

Требования современного рынка, растущая конкуренция, быстро меняющаяся конъюнктура, повышение требований к качеству продукции и многие другие факторы потребовали совершенствования устоявшейся ERP-системы управления. На сегодняшний день сложились три направления развития ERP-систем:

- разработка аналитических средств поддержки решений;
- внедрение средств обеспечения качества продукции и услуг;
- развитие средств взаимодействия с потребителями.

Сторонники первого направления развития отмечают, что сложившаяся на сегодняшний день концепция ERP ассоциируется, в основном, с учетными функциями и оперативным управлением предприятием. В то же время успешное функционирование и, главное, развитие предприятие немислимы без обобщенной оценки его деятельности, анализа долгосрочных трендов и принятия перспективных стратегических решений. На этой почве сегодня возникло расширение ERP-систем, называемое *интеллектуальным управлением* (BI – Business Intelligence, бизнес-аналитика) и предназначенное для **анализа информации и принятия решений** по управлению предприятием.

Основными технологиями в области интеллектуального управления стали организация хранилищ данных (Data Warehouse) и системы интеллектуального анализа данных (OLAP – On-line Analytical Processing). Сегодня большинство известных ERP-систем снабжаются аналитическими модулями *управления эффективностью предприятия* (корпорации) (CPM – Corporate Performance Management). Наряду с этим широко известны специализированные аналитические системы, такие как пакет статистического анализа SAS, системы семейства Hyperion и Cognos и др.

Предпосылками второго направления расширения функциональных возможностей ERP-систем стало появление еще в 50-60-е годы концепции непрерывного усовершенствования производственных процессов (CPI – Continuous Process Improvement) и *общего управления качеством* производимой продукции и услуг (TQM – Total Quality Management). Позднее оба этих подхода легли в основу повсеместно используемых сегодня стандартов серии ISO9000.

Идея **управления качеством** состоит в формировании на предприятии общей культуры производства, обеспечивающей заданный уровень качества продукции. Для решения этой задачи необходимо совершенствовать как производственные, так и управленческие процессы. Каждый производимый продукт или услуга должны иметь ясную и четкую схему производства – жизненный цикл,

ную и четкую схему производства – жизненный цикл, на каждом этапе которого должны быть предусмотрены способы измерения и механизмы управления качеством. Все управленческие процессы также должны быть четко формализованы, документированы и направлены на удовлетворение запросов клиента, потребности которого рассматриваются как самое важное звено производственной линии. Кроме того, на предприятии должна создаваться общая атмосфера сознательного стремления к качеству, элементами которой являются устранение страха, разрушение барьеров между подразделениями, отмена лозунгов, отказ от количественных показателей, поддержка профессиональной гордости, поощрение образования и совершенствования и т.п.

Модули управления качеством сегодня являются составной частью крупных ERP-систем, таких как SAP R/3.

ERP-системы ориентируются на внутреннюю организацию и управление предприятием. В то же время вне поля зрения таких систем остаются процессы, происходящие «за воротами» предприятия, например, взаимодействие с потенциальными и реальными покупателями, выявление их запросов и потребностей, гарантийное и сервисное обслуживание изделий после продажи. Вовлечение этих функций в систему управления предприятием – задача третьего направления развития ERP-систем.

Предпосылкой этого стало появление концепции *планирования ресурсов, скоординированного с клиентами* (CSRP – Customer Synchronized Resource Planning), ставящей запросы потребителей как на производственное, так и на сервисное обслуживание во главу угла производственного планирования. В соответствии с этой концепцией весь цикл производства продукции – от оформления технического задания и проектирования до гарантийного и сервисного обслуживания проданных изделий – должен осуществляться с учетом требований, а возможно, и с участием заказчика.

Для реализации этой концепции ERP-системы были дополнены новой функцией **управления взаимодействием с клиентами** (CRM – Customer Relationships Management), реализующей не только учет клиентов и их обращений, но и анализ структуры их запросов, прогнозирование конъюнктуры рынка, маркетинговые и рекламные функции и т.п. Как правило, основой взаимодействия с клиентами сегодня является Web-технология, на использование которой в последнее время ориентируется подавляющее большинство ERP-систем. Что касается гарантийного обслуживания проданных изделий, то в большинстве ERP-систем эта функция либо входит в модуль управления техниче-

ским обслуживанием и ремонтом оборудования, либо объединяется с ним в единую подсистему сервиса.

Соотношение, взаимодействие и связь функциональных подсистем с производственным циклом предприятия показаны на рис. 4. Помимо перечисленных выше функций и подходов к управлению в современной литературе по автоматизации предприятий встречаются и другие управленческие технологии, такие как управление содержательной деятельностью предприятия (ECM – Enterprise Content Management), управление информацией предприятия (корпоративной информацией) (EIM – Enterprise Information Management), управление жизненным циклом продукции (PLM – Product Lifecycle Management), управление данными об изделии (PDM – Product Data Management), расширенное производственное планирование (APS – Advanced Planning and Scheduling), управление знаниями (KM – Knowledge Management) и т.п.

Наряду с общими функциями, реализующими различные технологии и аспекты управления предприятием, АСОИУ могут включать в себя и *специфические функциональные подсистемы*, состав которых зависит от особенностей отрасли и технологических процессов. Так, например, АСУ потенциально опасными объектами, такими как атомные станции, транспортные системы, химические производства, должна включать в себя подсистему управления безопасностью. Кроме того, большинство ERP-систем имеют в своем составе различные *вспомогательные функциональные подсистемы*, предназначенные для моделирования управленческих процессов предприятия, конфигурирования и настройки системы, управления процессом ее внедрения.

Иногда в современной литературе функциональные подсистемы отождествляют с понятием *приложения* (application) или пользовательского приложения, что не совсем правильно. Изначально под приложением понималась любая программа, функционирующая под управлением ОС Windows. Появление клиент-серверных технологий породило еще один вид приложений – клиентские приложения. Конечно, с этой точки зрения любой компонент АСОИУ (в том числе и сама система) является приложением. Поэтому, не отрицая право на существование этого термина, автор предлагает использовать его вдумчиво, в контексте соответствующей архитектуры.

В качестве иллюстрации функционального состава АСОИУ рассмотрим несколько наиболее известных и популярных на рынке систем. Эти системы поставляются в виде совокупности готовых модулей, настраиваемых «под конкретное предприятие».

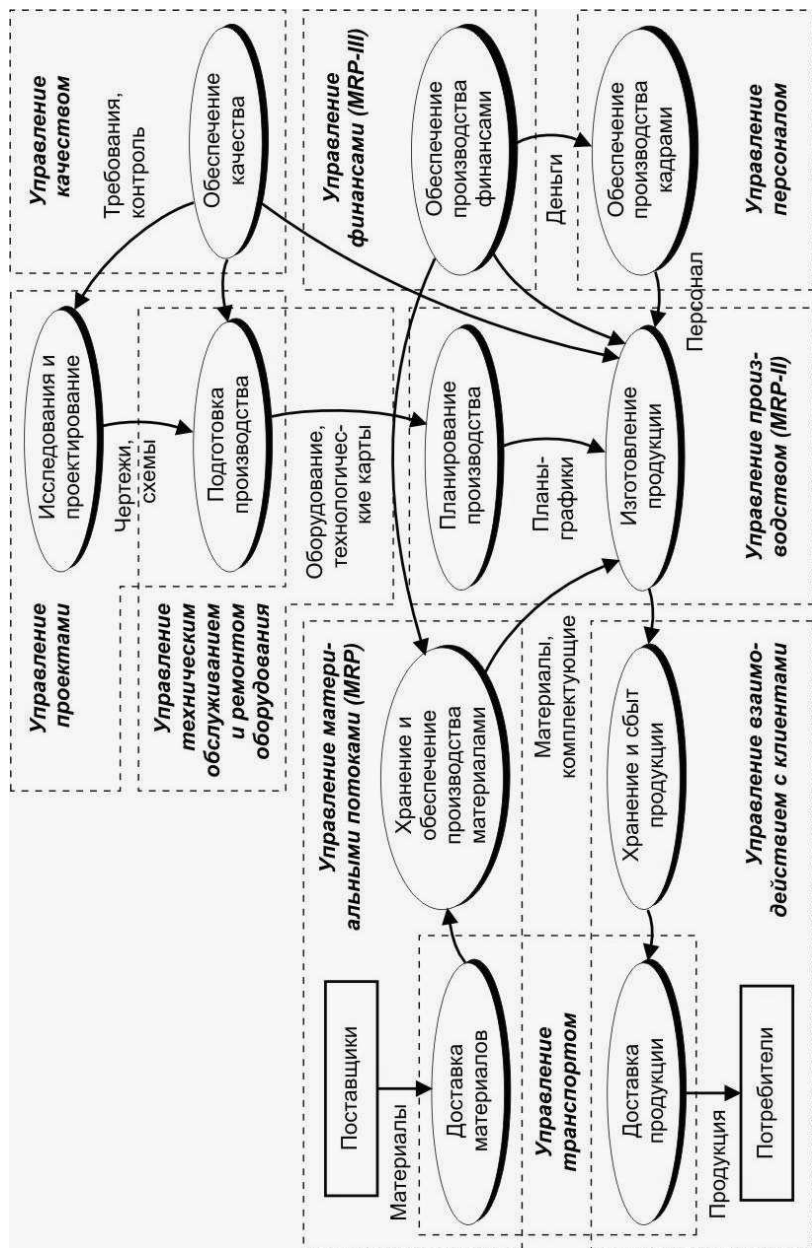


Рис. 4. Функциональные подсистемы АСОИУ и их взаимосвязи

Система SAP R/3 является одним из старейших мировых лидеров автоматизации управления большими предприятиями. Штаб-квартира фирмы SAP находится в Германии, основные проектные институты – в Калифорнии (США) и Токио (Япония). SAP R/3 (в 80-90-е гг. R/2) является ERP-системой и имеет открытую модульную архитектуру. Функциональные модули объединены в три группы:

логистика – управление производством и сбытом продукции;
 учет и отчетность – планирование и управление финансами;
 управление персоналом – формирование инфраструктуры предприятия и управление трудовыми ресурсами.

Основными модулями системы являются *финансы* – контроль и интеграция финансовой информации в масштабе всего предприятия;

контроллинг – учет затрат предприятия, включая прямые и косвенные затраты по месту их возникновения и по различным хозяйственным процессам предприятия;

управление инвестициями – инвестиционное планирование и контроль инвестиционных мероприятий;

финансовый менеджмент – управление платежными операциями, учет финансовых средств, анализ финансового риска;

контроллинг деятельности предприятия – планирование деятельности и составление бюджета предприятия;

сбыт – поддержка процесса сбыта – от первого запроса клиента до выставления счета;

планирование производства – планирование единичного и серийного производства с дискретным и непрерывным циклами;

управление материальными потоками – контроль запасов, учет движения сырья и готовых изделий внутри предприятия;

техническое обслуживание и ремонт оборудования – планирование и учет мероприятий технического обслуживания и ремонта;

управление качеством – отслеживание соблюдения норм качества на всех этапах жизненного цикла изделия;

система проектов – контроль реализации всех проектов вплоть до осуществления расчетов;

управление персоналом – формирование и оптимизация организационной и штатной структуры предприятия, учет мероприятий, связанных с сотрудниками – от приема на работу, учета рабочего времени и расчета зарплаты до увольнения.

Помимо традиционных ERP-функций оперативного управления в системе реализован ряд VI-технологий стратегического управления:

модуль SEM (Strategic Enterprise Management), предназначенный для моделирования и анализа различных сценариев развития предприятия и изменения рынка, формирования и анализа критических показателей эффективности предприятия и др.;

модуль BW (Business Information Warehouse), поддерживающий хранилище данных, порождаемых всеми компонентами системы.

Несмотря на то, что система является самодостаточной и полнофункциональной, в ней предусмотрены богатые возможности сопряжения с различными программными платформами, интеграции с другими системами и использования Web-технологий. SAP R/3 – чрезвычайно сложная в настройке и дорогая система. Ее внедрение оправдывает себя только в случае комплексной автоматизации крупных предприятий. Основными отраслями, на которые ориентирована система, являются производство оборудования, химия и фармацевтика, нефтеперерабатывающая промышленность, торговля и общественное питание, бытовое обслуживание, авиационная, космическая и оборонная промышленность, производство электронно-вычислительной техники.

Система Ваап. Компания Ваап была создана в Нидерландах в 1978 г. как консалтинговая фирма. В 1987 г. на рынок был представлен пакет Triton – первая интегрированная ERP-система, разработанная в среде Unix. В 1990 г. компания стала транснациональной со второй штаб-квартирой в Вирджинии (США). В 1996 г. на смену программному обеспечению Triton пришло кардинально новое решение Ваап IV – одна из наиболее популярных на сегодняшний день систем, имеющая опыт внедрения на крупнейших предприятиях автомобилестроения, авиационной, космической и оборонной отраслей и производства электроники.

Система реализована в открытой трехуровневой архитектуре «клиент-сервер», поддерживает технологии CORBA, OLE, поддерживает операционные системы Unix, Windows, OS/390, работает с базами данных Oracle, Informix, MS SQL Server, DB2, BaanBase, поддерживает работу пользователей через Интернет. Структурно система состоит из модулей, объединенных в семь интегрированных функциональных подсистем:

финансы – учет и анализ финансовой информации, управление денежными средствами и платежами, финансовое планирование;

производство – спецификация производимых изделий, планирование и управление всеми стадиями производственного процесса;

процесс – управление производственными процессами с непрерывным циклом (например, на химических, фармацевтических, пищевых предприятиях) от поставок сырья до отгрузки изделий;

сбыт, снабжение, склады – планирование и управление закупками и запасами, учет сырья, готовых изделий, маркетинг, учет продаж;

транспорт – планирование и управление заказами на транспортировку (в том числе и для предприятий, занимающихся грузоперевозками), учет тарифов, контроль местонахождения грузов на складах;

проект – планирование и управление проектами, опытно-конструкторскими разработками, подготовка производства;

сервис – планирование периодического технического обслуживания и ремонта оборудования как внутри, так и вне предприятия.

Помимо функций оперативного управления в системе Ваап предусмотрена аналитическая подсистема *администратор деятельности предприятия*, предназначенная для мониторинга и анализа основных показателей эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия, а также две служебные подсистемы:

моделирование предприятия – для построения функциональных моделей автоматизируемых процессов на основе библиотеки референтных моделей для различных типов производства;

инструментарий – набор средств администрирования и настройки системы, а также разработки новых приложений с помощью встроенного событийно-ориентированного языка 4GL.

Система Ахapta. Система, имеющая полное название – Microsoft Business Solution – Ахapta, предназначена для автоматизации предприятий среднего размера и имеет очень богатый опыт внедрения в России и странах Восточной Европы. Ориентирована на легкую и пищевую промышленность, металлургию и металлообработку, нефтегазовую и химическую промышленность, электроэнергетику, торговлю, транспорт и связь. Распространяется международной консалтинговой компанией Columbus IT Partner, основанной в 1989 г. в Дании.

Система реализована в открытой трехуровневой архитектуре «клиент-сервер», поддерживает объектно-ориентированный подход, динамически масштабируема, работает с базами данных Oracle, MS SQL Server, DB2, поддерживает операционную систему Windows, поддерживает доступ через Интернет, имеет модуль электронной торговли, имеет встроенный язык объектно-ориентированного программирования X++, интегрируется с внешними приложениями.

Модули системы: *главная книга* (с подсистемами *финансы, валюта, налоги*), *банковские операции, заказы, расчеты с клиентами*,

закупки, расчеты с поставщиками, управление запасами, управление складом, спецификации, маршруты, рабочие центры, производственные заказы, сводное планирование, персонал, проекты, управление знаниями, управление связями с клиентами.

1.2.3. Архитектура АСОИУ

Под архитектурой АСОИУ будем понимать совокупность способов соединения и принципов взаимодействия различных структурных элементов системы. Основным фактором, определяющим архитектуру системы, является степень ее централизации. Как известно, с этой позиции системы разделяются на

полностью децентрализованные, когда все подсистемы и элементы функционируют самостоятельно и независимо и взаимодействуют друг с другом в соответствии с некоторыми едиными правилами;

частично централизованные, сочетающие в себе признаки как централизованных, так и децентрализованных систем;

полностью централизованные, предполагающие наличие единого ядра, в котором сосредоточены все ресурсы, и всецело зависящих от него подсистем и элементов нижнего уровня.

С точки зрения структурной централизации в историческом развитии АСОИУ в нашей стране можно выделить три этапа.

Первый этап – от появления первых АСУ (начало-середина 70-х годов) до распространения персональных ЭВМ (конец 80-х – начало 90-х годов). Для этого этапа характерны системы с *жестко централизованной архитектурой*. Центральным звеном большинства АСОИУ этого поколения была одна или две больших ЭВМ (в основном, класса ЕС ЭВМ), в которых сосредоточены все ресурсы – от дисковой памяти до дисплейных рабочих мест, управляемые единым центральным процессором. Автоматизированные дисплейные рабочие места пользователей такой системы, как правило, не обладали собственными вычислительными ресурсами и являлись по сути выносными терминалами большой ЭВМ. Помимо диалогового режима работы такие системы предусматривали множество функций, выполнявшихся в пакетном режиме. Необходимо отметить, что централизация вычислительных ресурсов вовсе не гарантировала централизованного выполнения функций. Это больше зависело от культуры разработчиков системы и степени унификации применяемых технологий разработки.

Появление в 80-е годы ЭВМ с архитектурой типа «общая шина» наметило тенденцию к частичной децентрализации АСОИУ. Однако серьезного развития эта тенденция получить не успела.

Второй этап был полностью спровоцирован массовым распространением персональных ЭВМ и продолжался до середины 90-х годов. АСОИУ этого периода создавались с децентрализованной архитектурой как совокупность одноуровневых самостоятельных АРМ, связанных между собой локальной сетью (рис. 5,а) (так называемая «лоскутная» или «островковая» автоматизация). С функциональной точки зрения каждый АРМ является автономной функциональной системой (функциональной подсистемой АСОИУ), обеспечивающей полный цикл решения некоторой управленческой задачи (например, бухгалтерский учет, планово-экономические расчеты и др.), включая реализацию функций хранения, обработки и представления информации.

Принципиальным недостатком такой архитектуры является отсутствие единого информационного пространства. Различные БД слабо связаны (или вообще не связаны) между собой, модели данных не унифицированы, одни и те же сущности в разных БД имеют разные атрибуты и разную степень нормализации, одинаковые атрибуты определены на разных доменах и т.п. Данные, посредством которых АРМ взаимодействуют друг с другом, передаются, в лучшем случае, по сети или на дискетах, в худшем – на бумаге. Для обеспечения информационного обмена и поддержания баз данных в актуальном и зеркальном состоянии существуют сложные административно-организационные процедуры, предписывающие определенный порядок обслуживания и ведения БД. Обычно эти процедуры далеки от совершенства и не всегда досконально выполняются – как следствие, возникают проблемы защиты данных, поддержания их целостности.

Несмотря на появление в те годы новых технологий программирования, культура создания систем того периода оставляла желать лучшего. Алгоритмы, программы и данные не были отделены друг от друга, вследствие чего любая модификация данных или алгоритмов ведет к переделке существенной части программного обеспечения.

Началом третьего этапа можно считать середину 1990-х годов. Характерной особенностью этого этапа стал постепенный возврат к централизованной архитектуре. Первым шагом стало появление клиент-серверных технологий создания БД, позволяющих реализовать *двухуровневую частично централизованную архитектуру* с централизованным хранением данных («единым информационным пространством») (рис. 5,б). При такой архитектуре вся информация, используемая в процессе решения различных управленческих задач, структурируется в соответствии с единой информационно-логической (концептуальной) моделью и сводится в одно место – *сервер данных*. Сервер данных ничего не знает о том, как используются хранящиеся на нем дан-

ные; его задача – реализовать структуру, логику и взаимосвязи между этими данными, обеспечить их целостность и безопасность. Данные, поступающие на сервер, должны быть «очищены» и нормализованы.

При двухуровневой архитектуре любой пользовательский АРМ исполняет лишь две функции – обработку данных и обеспечение пользовательского интерфейса. Необходимая для этого информация по соответствующему требованию поставляется с сервера данных, а вновь вводимая информация поступает на него, проверяется, согласуется с имеющимися данными и записывается в соответствующую БД. Изменения управленческих процедур и алгоритмов обработки в двухуровневой системе почти никогда не приводят к изменениям структуры и алгоритмов обслуживания данных.

Следующим шагом к централизации архитектуры АСОИУ стало отчуждение от пользовательских АРМ функций обработки информации. Если раньше каждая из функций отражала конкретный обособленный управленческий процесс на отдельно взятом рабочем месте, то теперь эти функции становятся частью общей функциональной модели предприятия. Это позволяет типизировать, взаимно согласовать и унифицировать функции обработки информации и передать их единому исполнителю – *серверу приложений*. Такая архитектура получила название *трехуровневой частично централизованной архитектуры* с централизованным хранением и обработкой данных (рис. 5,в).

При таком архитектурном решении пользовательский АРМ, чтобы решить свою конкретную задачу, посылает запрос серверу приложений, который активизирует требуемую задачу (приложение) и, в свою очередь, обращается к серверу данных за информацией. Серверов приложений, как и серверов данных, может быть несколько – в этом случае каждый из них реализует свою группу задач управления. При трехуровневой архитектуре АРМ пользователя обеспечивает лишь пользовательский интерфейс, организация которого сводится к компоновке рабочего стола пользователя, определения требуемых ему процедур и организации взаимодействия с ними. Изменения, вносимые в какой-либо компонент трехуровневой системы, в наименьшей степени затрагивают другие компоненты.

Заметим, что при трехуровневой архитектуре АРМ все еще обладают собственной функциональностью – они реализуют интерфейс. Совершенно иной принцип применяется в web-технологиях. С помощью таких технологий пользовательский интерфейс кодируется в виде html-файлов, которые помещаются на web-сервер. Эти файлы в любой момент по сети могут быть пересланы в компьютер пользователя и активизированы с помощью стандартной программы-проводника.

Использование этого принципа позволяет реализовать *четырёхуровневую полностью централизованную архитектуру* АСОИУ (рис. 5,г), в которой корпоративный интернет- и/или интранет-сервер, взаимодействуя с сервером приложений, обеспечивает диалог со всеми пользователями по сети с помощью стандартного протокола TCP/IP и стандартной программы-проводника. АРМ пользователя в этом случае превращается в простой удаленный терминал и называется «тонким клиентом». Что дает такая архитектура? Она позволяет любому работнику предприятия, находящемуся, например, в отпуске или в командировке в любом месте земного шара, превратить любой компьютер, имеющий выход в интернет, в свой профессиональный АРМ и включиться в решение срочных производственных задач.

Развитием четырехуровневой архитектуры является *технология корпоративного портала*, активно продвигаемая сегодня рядом известных компаний, например, Hummingbird или SAP. Эта технология предусматривает преобразование портала из простого путеводителя по Web-страницам в центральный шлюз, обеспечивающий стандартный и безопасный доступ ко всем приложениям и к любой информации, которая производится предприятием.

Особенность портала состоит еще и в том, что пользователями системы становятся не только сотрудники и руководители предприятия, но и его партнеры. Где бы они не находились, они могут сделать заказ, который не останется на Web-странице предприятия (как это было бы при традиционном портале), а автоматически поступит в соответствующую подсистему АСОИУ, инициирующую его исполнение. При этом заказчик через тот же портал может отслеживать состояние своего заказа и его прохождение по внутренним структурным подразделениям предприятия.

В некоторой степени создание портала может быть альтернативой четырехуровневой архитектуре. Так, рядом аналитиков портал рассматривается как неплохой способ объединения различных приложений в случае островковой автоматизации за счет унифицированного Web-интерфейса или захвата экранных форм унаследованных систем.

Преимущества и недостатки различных архитектурных решений очевидны: централизация позволяет создать целостную, хорошо защищенную интегрированную систему, однако сильно увеличивает потоки данных, загрузку сети и требует тщательной оптимизации количества серверов данных и приложений.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ АСОИУ

2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АСОИУ

Жизненный цикл – это модель процесса создания и использования АСОИУ, отражающая ее различные состояния, начиная с момента возникновения необходимости в данной системе и заканчивая моментом ее полного вывода из эксплуатации у всех пользователей или полным замещением новой системой. Опыт показывает, что полная продолжительность жизненного цикла АСОИУ в современных условиях составляет примерно 6–7 лет. Такие цифры обусловлены следующими факторами:

за этот период на предприятии могут произойти структурные и организационные изменения, требующие серьезной корректировки структуры и алгоритмов работы АСОИУ;

сама система «обрастает» многочисленными доработками, делающими ее неэффективной и слишком запутанной;

происходит полная смена аппаратной и программной платформ, появляются новые информационные технологии.

Различные модели жизненного цикла АСОИУ можно классифицировать по четырем основным признакам: тип модели жизненного цикла; номенклатура этапов и процессов жизненного цикла; стратегия проектирования АСОИУ; траектория проектирования АСОИУ.

Тип модели жизненного цикла определяет принцип проектирования, который, как правило, носит нисходящий итерационный характер. Наибольшее распространение получили три следующих типа модели жизненного цикла АСОИУ: 1) каскадная модель; 2) инкрементная модель; 3) эволюционная модель.

Содержание процесса создания и эксплуатации АСОИУ определяется номенклатурой этапов и процессов жизненного цикла системы. Самым простым и наиболее общим является перечень этапов, состоящий из пяти пунктов: 1) анализ; 2) проектирование; 3) реализация; 4) внедрение; 5) сопровождение.

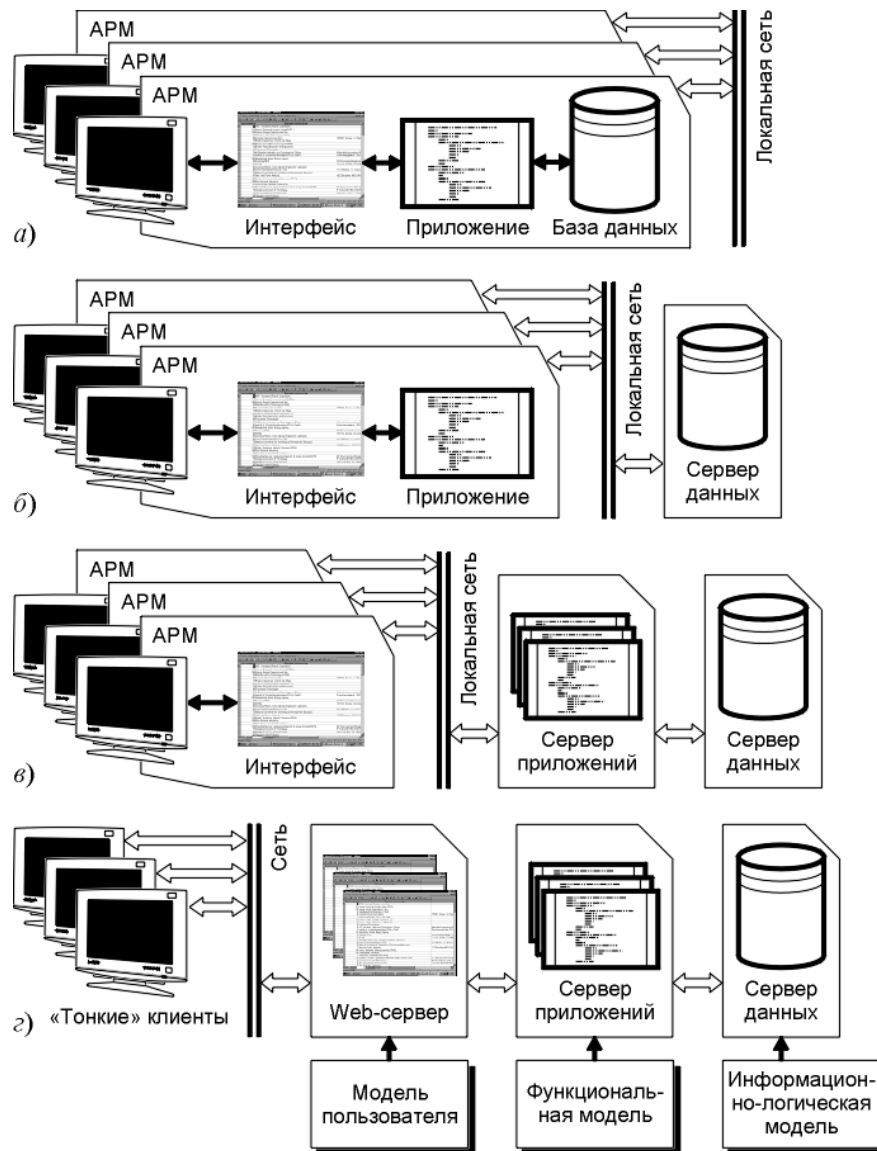


Рис. 5. Эволюция архитектуры АСОИУ: а – полностью децентрализованная одноуровневая файл-серверная архитектура, б – двухуровневая клиент-серверная архитектура, в – трехуровневая клиент-серверная архитектура, г – четырехуровневая полностью централизованная архитектура

Стратегия проектирования АСОИУ определяется последовательностью и глубиной реализации задач автоматизации предприятия. Известны две стратегии: 1) метод шахт; 2) метод пластов.

Траектория проектирования АСОИУ зависит от необходимости внесения в процессе проектирования системы каких-либо изменений в организацию и функционирование автоматизируемого предприятия. Основными точками, через которые проходит траектория проектирования АСОИУ, являются 1) «жесткий» реинжиниринг предприятия; 2) «легкий» реинжиниринг предприятия; 3) реинжиниринг, обусловленный автоматизацией.

Исходя из введенной систематики, рассмотрим наиболее известные и распространенные типы жизненных циклов АСОИУ.

2.2. ТИПЫ МОДЕЛЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АСОИУ

Каскадная модель предполагает последовательную однократную реализацию этапов проектирования АСОИУ с переходом на следующий этап после полного окончания работ по предыдущему этапу (рис. 6,а). Каскадный подход хорошо зарекомендовал себя при построении систем, для которых в самом начале разработки можно достаточно точно и полно сформулировать все требования. В эту категорию попадают сложные расчетные системы, системы реального времени и другие подобные системы. К положительным сторонам применения каскадного подхода относятся следующие:

на каждом этапе формируется законченный набор проектной документации, отвечающий критериям полноты и согласованности;

выполняемые в логичной последовательности этапы работ позволяют достаточно точно планировать сроки завершения всех работ и соответствующие затраты.

Основным недостатком каскадного подхода является существенное запаздывание с получением результатов. Модели (как функциональные, так и информационные) автоматизируемого объекта могут устареть одновременно с их утверждением.

Инкрементная модель (*increment* – приращение, нарастание, *англ.*). Реально в процессе создания АСОИУ постоянно возникает потребность в возврате к предыдущим этапам, уточнении или пересмотре ранее принятых решений. В этом случае процесс создания АСОИУ принимает итерационный вид с циклами обратной связи между этапами (рис. 6,б). Такой тип жизненного цикла иногда называют запланированным усовершенствованием системы.

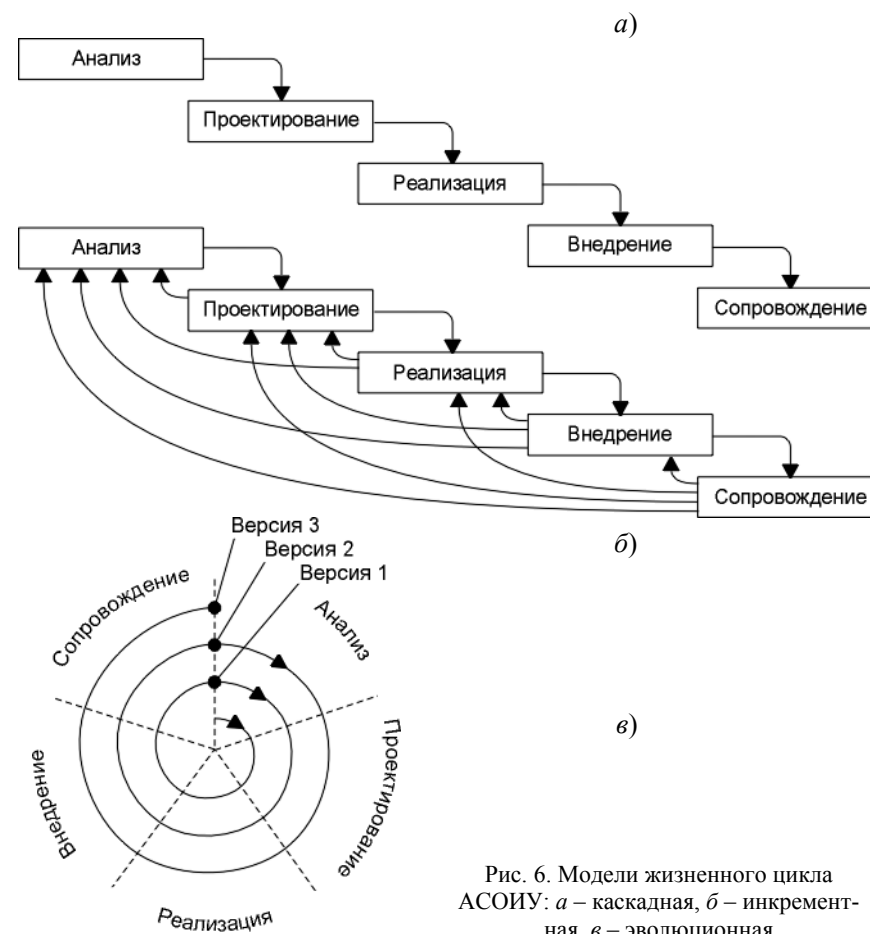


Рис. 6. Модели жизненного цикла АСОИУ: а – каскадная, б – инкрементная, в – эволюционная

В отличие от каскадного проектирования эта модель хоть и предполагает достаточно подробное формулирование всех требований к системе в начале проектирования, однако допускает их уточнение или переформулирование в результате прохождения очередного этапа проектирования. Иногда новые требования вынуждают изменить что-то, сделанное на предыдущих этапах – в таком случае осуществляется возврат к этим этапам и усовершенствование системы. Основным недостатком такой модели заключается в том, что время жизни каждого из этапов может растянуться на весь период разработки.

Эволюционная модель (или спиральная) не требует сразу детального формулирования всех требований к системе. Она позво-

ляет начать проектирование, руководствуясь лишь предварительным набором основных требований. На базе этих требований осуществляется полный законченный проектный цикл по типу каскадной схемы, т.е. выполняется один виток спирали (рис. 6,в), в результате чего создается первая версия – прототип системы. Этот прототип позволяет проверить и обосновать заложенные требования и технические решения. В результате этого уточняются цели, детализируются и наращиваются новые требования к системе, определяется ее качество и планируются работы следующего витка спирали, после чего весь процесс повторяется (возможно, неоднократно).

Такой подход называется также «продолжающимся проектированием» или «быстрым прототипированием» (rapid prototyping approach). В нашей стране он известен еще и под названием «пилотное проектирование». Спиральная модель обладает следующими преимуществами:

в процессе проектирования АСОИУ неоднократно подвергается модификации, отражающей развитие объекта автоматизации;

снижение объемов и трудоемкости каждого этапа позволяет уменьшить риск и издержки в процессе проектирования.

Однако применение таких методов наряду с быстрым эффектом дает снижение управляемости проектом в целом и стыкуемости различных фрагментов АСОИУ.

Рассмотренные модели жизненного цикла определяют общую организацию процесса проектирования и внедрения АСОИУ. Содержательная сторона этого процесса зависит от того, какова номенклатура этапов, принятая проектировщиками.

2.3. ЭТАПЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АСОИУ

Обычно перечень этапов и процессов жизненного цикла АСОИУ регламентируется различными стандартами, большинство из которых появилось в результате обобщения значительного практического опыта разработчиков АСОИУ, а также проектировщиков в смежных областях – радиоэлектронике, машиностроении, приборостроении и др. Сегодня на номенклатуру этапов и процессов жизненного цикла АСОИУ, выбираемую разработчиками системы, реально влияют следующие основные факторы:

международные и национальные стандарты в области проектирования информационных, автоматизированных и других подобных систем, а также стандарты качества;

корпоративные (отраслевые) стандарты, разрабатываемые крупными фирмами-производителями автоматизированных систем, а также крупными предприятиями и/или отраслями, внедряющими эти системы в свою деятельность; будучи в целом похожими на общие стандарты, корпоративные стандарты, тем не менее, содержат ряд особенностей, продиктованных используемыми технологиями и спецификой отрасли;

инструментальные «линейки» проектирования, разрабатываемые фирмами-производителями программного обеспечения общего назначения. Сегодня практически все крупные производители CASE-средств, СУБД, сред программирования и др. стремятся «захватить» соседнюю нишу (этап) проектирования и обеспечить всю «линейку» (называемую CALS-технологией) проектирования АСОИУ – от средств предпроектного обследования до сред автоматизированного программирования. Несомненным достоинством этого процесса можно считать обеспечение непрерывности процесса создания системы, достижение почти идеальной совместимости различных этапов по входу и выходу и высокой технологичности процесса разработки. Недостатком является появление «де-факто» совершенно разнородных технологических цепочек, отражавших взгляды той или иной фирмы-производителя.

Рассмотрим состав процесса проектирования АСОИУ, определяемый некоторыми из перечисленных документов.

2.3.1. Процессы по ISO/IEC 12207

Основным международным нормативным документом, регламентирующим содержание жизненного цикла, является международный стандарт ISO/IEC 12207 (ISO – International Organization of Standardization – Международная организация по стандартизации, IEC – International Electrotechnical Commission – Международная комиссия по электротехнике). Он определяет структуру жизненного цикла, содержащую процессы, действия и задачи, которые должны быть выполнены во время создания АСОИУ.

Структура жизненного цикла по стандарту ISO/IEC 12207 базируется на трех группах процессов:

основные процессы (приобретение, поставка, разработка, эксплуатация, сопровождение);

вспомогательные процессы (документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, аттестация, аудит, решение проблем);

организационные процессы (управление проектом, создание инфраструктуры проекта, улучшение самого жизненного цикла, обучение).

2.3.2. Этапы по ГОСТ 34-601-90

Согласно действующему отечественному стандарту [3] жизненный цикл АС состоит из восьми стадий проектирования и эксплуатации (курсивом выделены организационные и проектные документы, появляющиеся на выходе каждого этапа).

1. Формирование требований к АС

1.1. Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС, включающее в себя а) сбор данных об объекте автоматизации и осуществляемых видах деятельности; б) оценку качества функционирования объекта и осуществляемых видов деятельности, выявление проблем, решение которых возможно средствами автоматизации; в) оценку целесообразности (технико-экономической, социальной) создания АС.

1.2. Формирование требований пользователя к АС, предполагающее а) подготовку исходных данных для формирования требований к АС (характеристика объекта автоматизации, описание требований к системе, ограничения допустимых затрат на разработку, ввод в действие и эксплуатацию, эффект, ожидаемый от системы, условия создания и функционирования системы); б) формулировку и оформление требований пользователя к АС.

1.3. Оформление *отчета* о выполненной работе и *заявки (тактико-технического задания)* на разработку АС.

2. Разработка концепции АС

2.1–2.2. Изучение объекта и проведение необходимых научно-исследовательских работ, в ходе которых выполняется детальное изучение объекта автоматизации и необходимые научно-исследовательские работы (НИР), связанные с поиском путей и оценкой возможности реализации требований пользователя. Результаты этих этапов оформляются в виде *отчета о НИР*.

2.3. Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям пользователя. В общем случае на этом этапе а) разрабатываются альтернативные варианты концепции создаваемой АС и планы их реализации; б) оцениваются необходимые ресурсы на их реализацию и обеспечение функционирования; в) оцениваются преимущества и недостатки каждого варианта; г) сопоставляются требования пользователя и характеристики предлагаемой системы и выбирается оптимальный вариант; д) определяется

порядок оценки качества и условий приемки системы; е) оцениваются эффекты, получаемые от системы.

2.4. Оформление отчета о выполненной работе (*отчета о НИР*), содержащего описание выполненных работ на стадии описания и обоснования предлагаемого варианта концепции системы.

3. Техническое задание

3.1. Разработка, оформление, согласование и утверждение *технического задания* (ТЗ) на создание АС и, при необходимости, ТЗ на части АС.

4. Эскизный проект

4.1. Разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям, определяющих функции АС; функции подсистем, их цели и эффекты; состав комплексов задач и отдельных задач; концепцию информационной базы, ее укрупненную структуру; функции системы управления базой данных; состав вычислительной системы; функции и параметры основных программных средств.

4.2. Разработка *документации* на АС и ее части.

5. Технический проект

5.1. Разработка проектных решений по системе и ее частям, а именно, по функционально-алгоритмической структуре системы, по функциям персонала и организационной структуре, по структуре технических средств, по алгоритмам решения задач и применяемым языкам, по организации и ведению информационной базы, системе классификации и кодирования информации, по программному обеспечению.

5.2. Разработка *документации* на АС и ее части, предполагающая оформление, согласование и утверждение документации в объеме, необходимом для описания полной совокупности принятых проектных решений и достаточном для дальнейшего выполнения работ по созданию АС (виды документов описаны в ГОСТ 34.201).

5.3. Разработка и оформление *документации* на поставку изделий для комплектования АС и/или технических требований (*технических заданий*) на разработку изделий, не изготавливаемых серийно.

5.4. Разработка, оформление, согласование и утверждение заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации для проведения строительных, электротехнических, санитарно-технических и других подготовительных работ, связанных с созданием АС.

6. Рабочая документация

6.1. Разработка, оформление, согласование и утверждение *рабочей документации* на систему и ее части, содержащей все необходимые и достаточные сведения для обеспечения выполнения работ по вводу АС в действие и ее эксплуатации, а также для поддержания

уровня эксплуатационных характеристик (качества) системы в соответствии с принятыми проектными решениями (виды документов описаны в ГОСТ 34.201).

6.2. Разработка или адаптация программ, включающая в себя разработку программ и программных средств системы, выбор, адаптацию и (или) привязку приобретаемых программных средств, разработку *программной документации* в соответствии с ГОСТ 19.101.

7. Ввод в действие

7.1. Подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие, включающая в себя а) реализацию проектных решений по организационной структуре АС; б) обеспечение подразделений объекта управления инструктивно-методическими материалами; в) внедрение классификаторов информации.

7.2. Подготовка персонала, предполагающая обучение персонала и проверку его способности обеспечить функционирование АС.

7.3. Комплектация АС поставляемыми изделиями (программными и техническими средствами, программно-техническими комплексами, информационными изделиями), включающая в себя получение комплектующих изделий серийного и единичного производства, материалов и монтажных изделий, а также входной контроль их качества.

7.4. Строительно-монтажные работы по строительству специализированных зданий (помещений) для размещения технических средств и персонала АС; по сооружению кабельных каналов; по монтажу технических средств и линий связи; по испытанию смонтированных технических средств; по сдаче технических средств для проведения пусконаладочных работ.

7.5. Пуско-наладочные работы, в ходе которых проводится автономная наладка технических и программных средств, загрузка информации в базу данных и проверка системы ее ведения, комплексная наладка всех средств системы.

7.6. Проведение предварительных испытаний, в ходе которых осуществляются а) испытания АС на работоспособность и соответствие техническому заданию в соответствии с программой и методикой предварительных испытаний; б) устранение неисправностей и внесение изменений в документацию АС, в том числе эксплуатационную в соответствии с *протоколом испытаний*; в) оформление *акта о приеме АС* в опытную эксплуатацию.

7.7. Проведение опытной эксплуатации, а также анализ ее результатов, доработка (при необходимости) программного обеспечения АС, дополнительная наладка (при необходимости) технических средств АС и оформление *акта о завершении* опытной эксплуатации.

7.8. Проведение приемочных испытаний, в ходе которых осуществляются а) испытания АС на соответствие техническому заданию в соответствии с программой и методикой приемочных испытаний; б) анализ результатов испытаний АС и устранение недостатков, выявленных при испытаниях; в) оформление *акта о приемке АС* в постоянную эксплуатацию.

8. Сопровождение АС

8.1. Выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами, предполагающими устранение недостатков, выявленных при эксплуатации АС в течение установленных гарантийных сроков, и внесение необходимых изменений в документацию на АС.

8.2. Послегарантийное обслуживание, включающее в себя а) анализ функционирования системы; б) выявление отклонений фактических эксплуатационных характеристик АС от проектных значений; в) установление причин этих отклонений; г) устранение выявленных недостатков и обеспечение стабильности эксплуатационных характеристик АС; внесение необходимых изменений в документацию на АС.

2.3.3. Современные технологические этапы

Обобщая современный опыт проектирования АСОИУ, жизненный цикл системы можно представить в виде пяти стадий (рис. 7).

1. На стадии анализа осознание необходимости создания АСОИУ обретает зримую материальную форму – техническое задание на проектирование системы. Как правило, первый этап анализа объекта автоматизации выполняется, когда проект еще не стартовал, отсутствует четкий план, сроки и ресурсы. Как следствие, на анализ почти всегда не хватает средств и времени, что в совокупности с его трудноформализуемой природой обуславливает применение экспертных методов. С помощью анкетирования или интервьюирования специалистов предприятия выявляются актуальные проблемы и потребности пользователей, чтобы затем сформулировать на их основе *цели и задачи* будущей системы. Для достижения этих целей генерируются различные варианты создания системы, из которых затем выбирается наилучший. Успех стадии анализа в значительной степени зависит от опыта исследователей и их кругозора как в области информационных технологий, так и в предметной области объекта автоматизации.

Само построение системы делится на две части: разработку проектных решений «на бумаге» – назовем эту стадию проектированием и реализацию этих решений в качестве различных видов обеспечения АСОИУ – технического, программного, информационного и др.

2. Стадия проектирования начинается с описания объекта автоматизации и АСОИУ, в ходе которого строятся следующие модели: структурная, функциональная, алгоритмическая и информационная модели предприятия, функциональная структура и архитектура АСОИУ. Структурная и функциональная модели проецируются друг на друга и в большинстве случаев образуются с помощью иерархической декомпозиции организационной структуры и функций предприятия.

В *структурной модели* показываются иерархические и функциональные взаимосвязи различных подразделений, описываются их основные задачи, области ответственности, местоположение и общая топология предприятия. В дальнейшем проектировании АСОИУ структурная модель ляжет в основу функциональной структуры и сетевой организации системы.

Функциональная модель представляет процесс реализации основных функций и технологических цепочек на предприятии в виде временных и причинно-следственных последовательностей элементарных рабочих операций. На основе функциональной модели затем синтезируется оптимальная функциональная структура АСОИУ, определяются требования к ее подсистемам, формируется информационная модель предприятия и проектируются АРМ, реплицирующие основные рабочие операции и их последовательность.

Выполнение некоторых из этих операций может включать в себя производство вычислений, оптимизационные расчеты, многокритериальный анализ, выбор решения и другие логически сложные процедуры, для формализованного описания которых строится *алгоритмическая модель*. Часть спроектированных алгоритмов затем реализуется в виде триггеров и встроенных процедур базы данных, другая часть – в виде специального программного обеспечения АРМ.

Функциональная модель позволяет выделить и систематизировать основные объекты предметной области. Эти объекты образуют основу для построения *информационной модели*, представляющей собой формализованное описание информационного пространства, в котором осуществляется управление предприятием. Информационная модель обычно строится в виде диаграммы «сущность-связь», отражающей типизированные материальные и информационные объекты предметной области (сущности), их свойства и характеристики (атрибуты), а также взаимосвязи между объектами (связи). Эти диаграммы затем преобразуются в структуру баз данных АСОИУ.

В конце стадии проектирования создаются *архитектура и функциональная структура* будущей системы, определяются подсистемы и звенья, из которых она будет состоять, их назначение, правила взаимо-

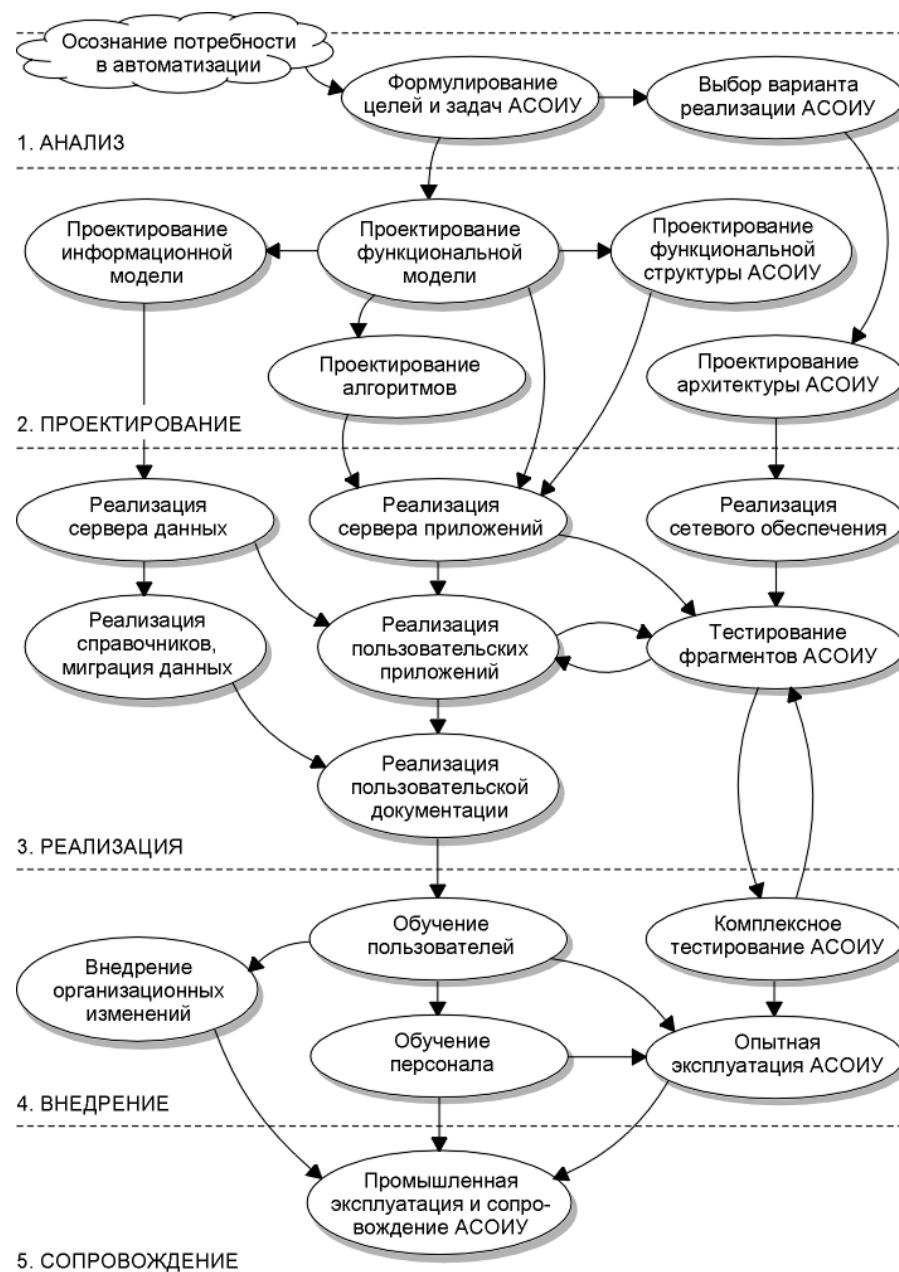


Рис. 7. Технология создания АСОИУ

действуют между собой и т.п. Здесь же создаются спецификации для разработчиков, реализующих отдельные виды обеспечения АСОИУ.

3. Стадия реализации предназначена для воплощения в жизнь всех проектных решений, принятых на предыдущей стадии. На основании информационной модели предприятия генерируется сервер данных и клиентские подмодели для каждой задачи. Пишутся встроенные процедуры и триггеры целостности данных, в которые закладывается вся логика взаимоотношений между различными элементами информации на предприятии. Заполняются справочники и пишутся программы, выполняющие нормализацию и миграцию данных из старых файлов в новую базу данных. Прокладывается или модернизируется существующая сеть, реализующая архитектуру системы.

На основании функциональной и алгоритмической моделей создаются пользовательские приложения, а при необходимости и сервер приложений. Как показывает опыт, наиболее эффективным путем создания и внедрения пользовательских приложений является их опережающая разработка. В этом случае еще на стадии проектирования системы или в самом начале стадии реализации создаются «пилотные» образцы, задача которых – как можно раньше реализовать и проиллюстрировать пользователю основные проектные и технические решения. По мере совершенствования и превращения пилотных прототипов в полнофункциональные АРМ они проходят тестирование как в автономном, так и в сетевом режимах работы.

Заключительным этапом реализации является создание пользовательской и эксплуатационной документации. Как правило, эксплуатационная документация создается разработчиками программного и информационного обеспечения – программистами, технологами и системными администраторами. Для написания пользовательской документации должны привлекаться другие специалисты – аналитики, строившие соответствующие функциональные модели, и специально подготовленные «составители процедур» (procedure writer).

4. На стадии внедрения происходит взаимная адаптация созданной системы и среды ее «обитания» друг к другу. Наиболее сложным этапом внедрения является производство организационных изменений на предприятии. Эти изменения затрагивают, в основном, взаимодействие персонала предприятия с системой и ни в коем случае не касаются реорганизации предприятия, которая если и происходит, то до начала проектирования АСОИУ. Внедрение организационных изменений обычно происходит в виде корректировки должностных инструкций, придания статуса электронной информации и выходным формам АСОИУ и реорганизации службы эксплуатации системы.

Обучение пользователей начинается еще с демонстрации пилотных прототипов, в ходе знакомства с которыми пользователи формируют стереотипы и приемы работы и более четко высказывают свои ожидания от системы. Наиболее эффективным способом обучения будущего эксплуатационного персонала является привлечение его к разработке системы и освоение соответствующих учебных курсов.

Стадия внедрения завершается комплексным тестированием и опытной эксплуатацией системы с участием разработчиков и персонала предприятия. Задача опытной эксплуатации состоит не только в выявлении недоделок и недостатков системы, но и в оценке ее полезности и эффективности при использовании по назначению.

5. Стадия сопровождения наступает после сдачи системы в промышленную эксплуатацию. Сопровождение системы нельзя сводить к обычным эксплуатационным функциям – администрированию сети, баз данных, консультированию пользователей и т.п. В задачи сопровождения входит также постоянная модификация и адаптация системы к изменениям, происходящим со временем в организации. Периодическая модификация будет выполняться до тех пор, пока проектные решения и технологии, заложенные в систему, не исчерпают свои возможности и не потребуются кардинальная реконструкция системы. В этом случае старая система завершит свою жизнь, передавая эстафету и наработанные данные и знания новой системе.

2.4. СТРАТЕГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСОИУ

В практике создания АСОИУ известны две ортогональные стратегии автоматизации, называемые автоматизацией «снизу-вверх» и автоматизацией «сверху-вниз» (в литературе можно встретить другие названия этих стратегий – метод «шахт» и метод «пластов»). Рассмотрим их сущность, основные достоинства и недостатки.

Автоматизация «снизу-вверх» состоит в декомпозиции процесса управления предприятием на задачи («шахты»), которые можно изучать и реализовывать («разрабатывать») по отдельности, практически не принимая во внимание проектные решения, найденные для других задач. Задачами могут быть, например, управление кадрами, управление сбытом продукции и учет клиентов, управление материально-техническим снабжением и учет поставщиков; бухгалтерский учет; управление производством и т.п. Не следует допускать чрезмерную декомпозицию на множество «микроскопических» задач – это приводит к «тяжеловесности», громоздкости и распыленности систе-

мы и избыточности процедур обработки. Чаще всего при небольшом числе задач они могут разрабатываться параллельно и с разной степенью глубины (рис. 8,а). Такое распараллеливание процесса проектирования и изолирование задач друг от друга имеет множество достоинств, а именно:

разработка каждой задачи может быть поручена одному коллективу разработчиков, которые занимаются ею, не интересуясь проектными решениями, принятыми при разработке других задач;

при реализации отдельно взятой задачи можно использовать лучше всего подходящие для нее проектные решения без согласования с проектными решениями, намечаемыми для реализации других задач;

уменьшаются трудности последующего сопровождения этих задач: так, если пользователи пожелают внести изменения в программы уже реализованной задачи, то, как правило, это легко сделать, поскольку при этом затрагивается лишь данная задача.

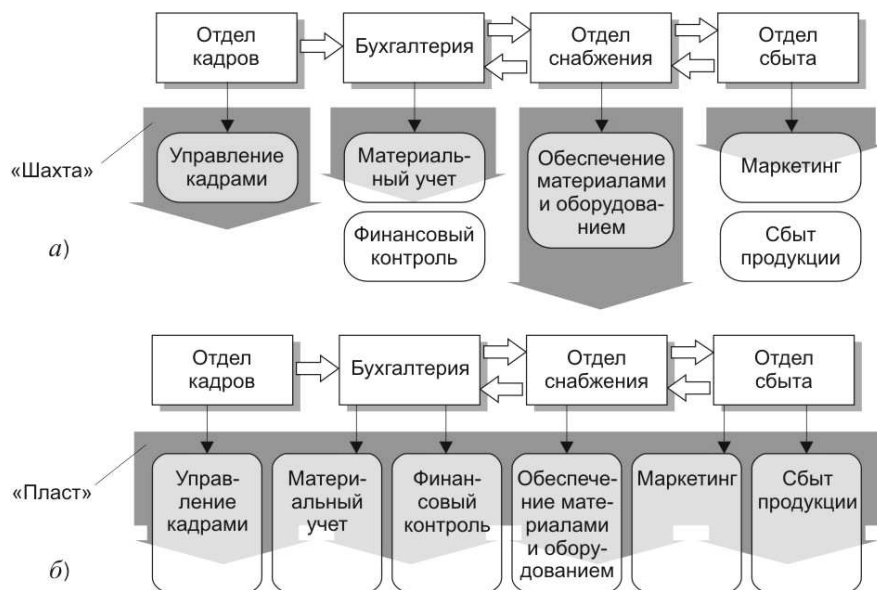


Рис. 8. Стратегии проектирования АСОИУ:
а – стратегия «шахта», б – стратегия «пластов»

С другой стороны, независимые с виду задачи нередко требуют сбора одной и той же информации, что приводит к избыточности данных и процедур их обработки. Кроме того, изолированная разработка задач может вызвать серьезные трудности при их сопряжении и нала-

живании взаимного обмена между ними. Так, если задача расчета заработной платы разрабатывается без учета решений, заложенных в задаче управления трудовыми ресурсами (кадрами), то, когда придет очередь до их сопряжения, почти наверняка потребуется полностью пересмотреть структуру данных и, как следствие, некоторые процедуры.

Обычно автоматизация «снизу-вверх» не приводит к глубоким структурным изменениям предприятия – почти всегда выделенные управленческие задачи в точности отражают структуру существующих подразделений предприятия. В то же время внедрение средств автоматизации часто создает благоприятные условия для пересмотра организационной структуры, уже устаревшей и не приспособленной к нуждам и функциям предприятия. Для решения этой проблемы стратегия «шахта», как правило, бывает бесполезной.

Автоматизация «сверху-вниз» предполагает разработку АСОИУ через анализ и синтез системы управления и информационной системы предприятия. Такая автоматизация обычно начинается с полномасштабного обследования предприятия, цель которого состоит в воссоздании существующей информационной системы и ее декомпозиции на функциональные подсистемы, а также в выявлении и исследовании ее недостатков. Обследование охватывает все управленческие, а иногда и производственные задачи предприятия и как бы снимает первый «пласт» в деле автоматизации всего предприятия. Затем снимается следующий «пласт» – разрабатывается концептуальная модель единого информационного пространства, в котором осуществляется решение всех управленческих задач предприятия (рис. 8,б). На основе этой модели создается единая база данных системы. Последующее проектирование отдельных подсистем АСОИУ также осуществляется с учетом общих решений – эти подсистемы априори совместимы друг с другом, они пользуются общими данными, сбор и обновление которых осуществляются лишь определенными (но не всеми) подсистемами.

Основным достоинством автоматизации «сверху-вниз» является возможность достижения в итоге оптимального интегрированного управления предприятием. Зачастую это сопровождается пересмотром существующей организационной структуры, заменой старых принципов декомпозиции функциональных подразделений предприятия на новые, более эффективные в условиях интегрированной компьютеризованной информационной системы. Однако, в ряде случаев это достоинство может превратиться в недостаток, т.к. процесс системного исследования и внесения структурных изменений в организации может превратиться в затяжную нескончаемую работу.

К другим недостаткам метода «пластов» относятся

невозможность независимого рассмотрения управленческих задач, предполагающая, что соответствующие подсистемы должны исследоваться и создаваться параллельно в тесной связи друг с другом; это влечет за собой не только трудности технического порядка, но и, главным образом, проблемы координации труда разработчиков;

невозможность определения стоимости отдельных подсистем в условиях, когда одни и те же данные используются несколькими подсистемами; данные, вводимые в одну из подсистем, используются другими и т.д.;

система в целом представляет собой настоящую паутину, запутанную и непрочную, что затрудняет как ее реализацию, так и внесение изменений впоследствии.

Между стратегиями «шахт» и «пластов» в полном их понимании существует много промежуточных подходов, являющихся на практике наиболее предпочтительными. Почти всегда наиболее значимой частью автоматизации является системный анализ деятельности предприятия, который должен охватывать, по возможности, более широкий круг задач. Однако, нет смысла ждать его завершения, чтобы начать разрабатывать какую-либо изолированную задачу или выполнить прототипирование крайне важной для пользователей подсистемы. Даже когда вся разработка ведется «сверху-вниз», процесс внедрения системы должен осуществляться по частям – отдельными «шахтами». В противном случае переходный период на предприятии может затянуться, и разработчики рискуют ввергнуть управленческую сферу в хаос. Формирование такой комбинированной стратегии во многом опирается на опыт менеджера проекта и зависит от структуры и особенностей объекта автоматизации.

2.5. ТРАЕКТОРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСОИУ

В ряде случаев проектирование АСОИУ сопряжено с анализом и формированием предложений по реорганизации организационно-управленческой структуры предприятия (так называемого «реинжиниринга»). В этом случае АСОИУ может отражать различные по отношению к текущему состоянию предприятия: «как есть», «как должно быть» или «как будет с автоматизированной системой» (рис. 9).

Модель «как есть» представляет собой «снимок» положения дел на предприятии на момент обследования. Она позволяет понять, что делает и как функционирует данное предприятие с позиций системно-

го анализа, а также выявить ряд ошибок и узких мест и сформулировать ряд предложений по улучшению ситуации с помощью средств автоматизации и/или организационных мер.



Рис. 9. Траектории проектирования АСОИУ

Модель «как должно быть» интегрирует перспективные предложения руководства и сотрудников предприятия, экспертов и системных аналитиков. Она позволяет сформировать видение новых рациональных технологий работы предприятия. Различают «легкий» и «жесткий» реинжиниринг. Легкий реинжиниринг предполагает совершенствование существующих технологий, направленное на небольшое снижение стоимостных и временных затрат выполнения управленческих процессов, устранение дублирования и противоречивости выполнения отдельных задач, выравнивание загруженности сотрудников. Жесткий реинжиниринг предполагает радикальное изменение технологий и полное переосмысление управленческих процессов.

Модель «как будет с АСОИУ» отражает те изменения в управленческих процессах, которые будут внесены в связи с внедрением средств вычислительной техники и подсистем АСОИУ. Эти изменения могут следовать из реинжиниринга предприятия (если он производился с учетом последующей автоматизации), а могут быть просто результатом внедрения АСОИУ в существующую систему управления предприятием.

Опыт показывает, что совмещение внедрения АСОИУ с серьезным реинжинирингом крайне редко бывает успешным – слишком велика вероятность «разладить» всю систему управления предприятием. В случае использования готовой ERP-системы целесообразно порой

простое внедрение АСОИУ (иногда с легким реинжинирингом). Эксплуатация системы позволит накопить систематическую информацию о деятельности предприятия, грамотно проанализировать ее и оптимизировать систему управления, после чего может последовать более жесткий реинжиниринг и перенастройка АСОИУ.

2.6. МОДЕЛИ АСОИУ

Рассматривая различные этапы и траектории проектирования АСОИУ, мы несколько раз упоминали о необходимости создания моделей системы и предметной области. Обычно создаются четыре типа взаимосвязанных между собой моделей – структурная, функциональная, информационная и алгоритмическая (рис. 10). Рассмотрим их более подробно.

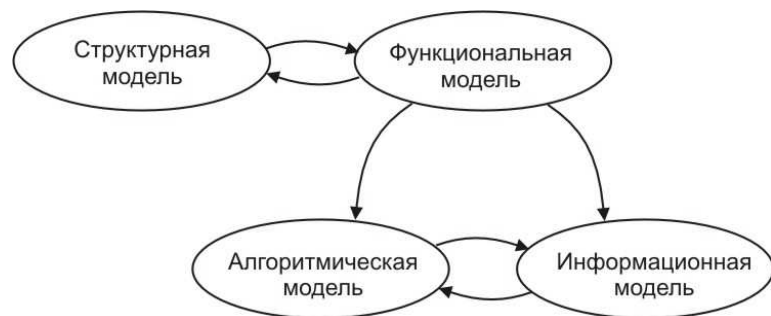


Рис. 10. Виды моделей, разрабатываемых в ходе проектирования АСОИУ

Структурная модель предметной области отражает структуру объекта автоматизации и взаимосвязи между его структурными элементами. Как правило, строится несколько структурных моделей.

1. Организационная структура предприятия, отражающая иерархию структурных подразделений, их подчиненность и взаимосвязи. Поскольку предприятия обычно имеют иерархическую организацию управления, организационная структура изображается в виде дерева отделов, цехов, участков и т.п. Связи в этом дереве отражают отношения подчиненности. Наряду с отношениями подчиненности между подразделениями могут указываться и другие взаимосвязи, например,

информационные, когда некоторые подразделения постоянно обмениваются друг с другом определенной информацией и документами;

функциональные, когда подразделения совместно решают одну и ту же задачу.

2. Штатная структура предприятия, которая иногда детализирует организационную структуру и строится обычно лишь для некоторых подразделений. Например, в плановом отделе может существовать специалист, занимающийся госбюджетными договорами, и специалист, ориентированный на коммерческую деятельность. Алгоритмы их работы могут существенно отличаться, им потребуются разные АРМ, а потому необходимо сразу выделить их в виде отдельных субъектов управления.

3. Топологическая структура предприятия, отражающая расположение зданий, этажей, расстояний между ними, наличие коммуникаций и средств связи, наличие и расположение оборудования, создающего помехи для компьютеров и линий связи и т.п. Эта информация необходима для последующей организации сети предприятия.

Структурная модель может строиться различными способами и с помощью огромного арсенала средств: как специализированных – Rational Rose, Microsoft Chart Diagram и др., так и универсальных средств, предназначенных для изображения структурных схем – Tree Chart (построение деревьев), Visio, Power Designer и др.

Функциональная модель объекта автоматизации описывает различные управленческие и технологические процессы предприятия. В литературе встречаются и другие названия функционального моделирования, например, *моделирование бизнес-процессов, моделирование бизнес-логики* и т.п. Основой функционального моделирования является многоуровневая иерархическая декомпозиция процессов, составляющих решение задач предприятия.

Элементами функциональной модели являются задачи, функции, действия, операции, процессы принятия решений и др. Верхний уровень иерархии обычно составляют основные цели и задачи (функции) предприятия. На следующем уровне для каждой задачи показываются этапы ее выполнения. Затем процесс выполнения каждого этапа описывается в виде последовательности действий и операций. Глубина декомпозиции может быть разной для различных задач: одни задачи являются простыми, другие – сложными и разветвленными; где-то потребуется многоуровневая декомпозиция до отдельных простых операций, а где-то можно ограничиться изображением укрупненных действий.

Элементы функциональной модели связываются между собой отношениями различной природы, например, причинно-следственными связями, порядком следования, отношениями синхронизации, ин-

формационными связями и др. Зачастую в функциональных моделях изображаются потоки информации и документооборот предприятия.

Итогом функционального моделирования должно стать представление деятельности предприятия в виде иерархии взаимосвязанных функций, наглядно описанных с помощью некоторых графических или математических средств;

перечень основных материальных, информационных и других объектов и их основных свойств; описание маршрутов движения этих объектов внутри предприятия.

С помощью функциональной модели впоследствии формируются требования к создаваемой АСОИУ, а также спецификации ее функциональных подсистем. Как уже отмечалось, функциональная модель может отражать текущее (as-is) или будущее (to-be) состояние предприятия и может использоваться не только для целей автоматизации предприятия, но и для его реорганизации или усовершенствования.

Для построения функциональных моделей существует огромный арсенал методов и средств. Наиболее популярной технологией функционального моделирования сегодня является CASE-технология (Computer-Assisted System Engineering) и ее продукты – BPWin, Rational Rose и др.

Важным аспектом является **взаимосвязь между функциональной и структурной моделями**. Обычно эта взаимосвязь реализуется в виде двух проекций:

проекция функциональной модели на организационную структуру предприятия, когда каждая задача или операция сопоставляется с подразделением или сотрудником, выполняющим ее, – такое сопоставление позволяет затем сформулировать требования к функциональности АРМ системы и распределить доступ пользователей к той или иной информации;

проекция документооборота на топологическую структуру, которая дает информацию о будущей загрузке вычислительной сети.

Алгоритмическая модель описывает логико-временную последовательность реализации некоторых элементов функциональной модели, таких как процессы принятия решений, операции слежения, расчетные операции и др. Алгоритмическая модель является основой будущих программ, автоматизирующих определенные операции, и строится далеко не для всех процессов.

Как правило, для изображения алгоритмических моделей используется математический аппарат, формальные методы логики, структурно-логические схемы. Многие современные среды проектирования и программирования содержат специальные формальные языки и библиотечки для реализации алгоритмов.

Информационная модель описывает информационные объекты, их свойства и взаимосвязи. Понятие информационной модели практически идентично понятию концептуальной модели или модели «сущность-связь», известной в теории баз данных, а потому мы не будем подробно останавливаться на ее обсуждении. Необходимо лишь отметить, что информационные объекты, описываемые информационной моделью, выявляются еще на стадии функционального моделирования. Учитываются только те объекты, которые вовлечены в процесс выполнения тех или иных функций и операций.

На сегодняшний день существуют два основных стандарта информационного моделирования – нотация П. Чена и нотация Р. Баркера и бесчисленное множество средств для визуального проектирования таких моделей – от незамысловатого редактора схем в MS Access до искушенных Power Designer и ERWin.

АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1. ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ АСОИУ

3.1.1. Анализ уровня автоматизации предприятия

Одним из важнейших факторов, влияющих на процесс формулирования целей и задач АСОИУ, является наличие у предприятия опыта автоматизации. Любая разработка должна начинаться с исследования того, что уже существует, т.е. с изучения процедур и средств, уже используемых для автоматизации управления предприятием. Здесь возможны два случая.

Первый случай: на предприятии вообще не автоматизирована ни одна процедура управления. Руководство предприятия ждет от разработчиков предложений по автоматизации решения имеющихся задач управления. Инициативу при этом может проявить как само руководство предприятия, так и руководители и сотрудники заинтересованных подразделений. В последнем случае шансы на успешное проведение разработки довольно высоки, поскольку есть уверенность в том, что пользователи будут активно в ней участвовать. Сегодня даже в условиях нулевого уровня автоматизации большинство потенциальных пользователей, как правило, обладают определенной культурой работы с ЭВМ. Пусть даже невысокая, сформировавшаяся в результате спонтанного использования средств MS Office, эта культура играет очень важную психологическую роль в создании и внедрении АСОИУ. К сожалению, лишь в редких случаях пользователи самостоятельно высказывают конкретные пожелания автоматизировать выполнение ручных процедур управления.

Второй случай: предприятие обладает определенным опытом автоматизации управления, т.е. в некоторых подразделениях уже осуществляется автоматизированное решение задач. В данном случае потребность в автоматизации решения новых задач непосредственно зависит от качества решения уже реализованных задач. Если пользователи не удовлетворены решением этих задач, они относятся к автома-

тизации недоверчиво и даже враждебно. Тогда внедрение новых задач будет осуществлено лишь под нажимом руководства предприятия. И наоборот, если автоматизированное решение первых задач удовлетворяет пользователей, другие подразделения организации будут настаивать на автоматизации выполнения их ручных процедур. Иногда даже приходится сдерживать пыл сторонников автоматизации.

Какая информация о «старой» системе может оказаться важной ?

1. В первую очередь – ее функциональная структура и архитектура. Необходимо выяснить, какие модули (подсистемы или АРМ) уже существуют на предприятии, кто является их разработчиком, как далеко продвинулось их создание и насколько успешно они функционируют. Многолетнее использование теми или иными подразделениями или работниками модулей АСУ свидетельствует об их высокой организационно-технологической и компьютерной культуре – именно с них нужно начинать автоматизацию, если конечно нет других более важных приоритетов. Необходимо также выявить, связаны ли отдельные модули в единую систему и как технически организована эта связь. В лучшем случае, такая связь обеспечивается локальной сетью, сервер которой может выполнять иногда и функции сервера данных, в худшем – отдельные модули функционируют абсолютно автономно, а данные передаются от одного к другому либо распечатанными на бумаге, либо на магнитном носителе.

2. Другим важным компонентом «старой» системы являются базы данных. Как правило, они существуют в виде dbf-файлов, таблиц Microsoft Excel или Microsoft Access. Скорее всего эти базы данных никак не связаны между собой и в них не поддерживаются единые ограничения целостности и принципы нормализации. И все же они содержат накопленные за многие годы работы информационные ресурсы предприятия, а потому несомненно представляют высокую ценность. Подробный анализ существующих баз данных будет проведен в ходе обследования предприятия. Однако уже сейчас необходимо выяснить, какие данные уже накоплены и хранятся в машинном виде, какова их структура, степень нормализации и насколько они пригодны для переноса в новую систему.

3. Третью часть информации о существующих модулях АСУ составляют их функциональные возможности и пользовательский интерфейс. Необходимо понять, какие управленческие задачи помогает решить тот или иной модуль и какие конкретно производственные функции и операции работников он автоматизирует. Этими функциями могут быть хранение данных (например, автоматизированная картотека личных карточек в отделе кадров); распечатка документа (на-

пример, справки или сводной таблицы для отчета); выборка информации (например, списка имеющихся на складе деталей с заданными характеристиками). Нужно также выяснить, насколько адекватно пользовательский интерфейс отражает эти функциональные возможности.

3.1.2. Причины неэффективности существующей системы

Чаще всего основной причиной неудовлетворительного функционирования АСОИУ становится отсутствие у нее базовых системных свойств, таких как целостность, единое информационное пространство, упорядоченная структура и др. Этому есть следующее историческое объяснение.

В начале эры автоматизации административно-организационного управления (середина 70-х годов) единственным вычислительным ресурсом для построения АСОИУ служили серийно тиражируемые машины ЕС ЭВМ. Эти компьютеры полностью соответствовали своему заокеанскому аналогу IBM 360 (позже – IBM 370) и впервые воплотили технологию модульной комплектации ЭВМ из различных устройств с унифицированным интерфейсом. Однако применение ЕС ЭВМ (как впрочем и любой машины того времени) предполагало ряд очень серьезных ограничений:

для эксплуатации одной ЭВМ требовалось кондиционированное чистое помещение площадью в несколько десятков, а иногда и сотен квадратных метров;

эксплуатация требовала содержания огромного штата операторов, системных программистов, группы подготовки данных и группы технического обслуживания – этот персонал был единственным, кто имел непосредственный доступ к машине;

прикладные программисты и пользователи были отделены от машины и взаимодействовали с ней в лучшем случае через удаленные терминалы с алфавитно-цифровыми дисплеями, находящимися недалеко от ЭВМ, а в худшем случае – через операторов.

С одной стороны, такая централизация вычислительных ресурсов автоматически позволяла реализовать идею интегрированной АСОИУ как системы именно в том виде, в каком сформулировали ее основоположники – В.И. Глушков, А.Г. Мамиконов и др. Однако реальному ее воплощению препятствовала неэффективная технология программирования, дорогостоящие и слабые вычислительные ресурсы, плохо развитая периферия и отсутствие даже минимальной компьютерной культуры у пользователей. Появление серии СМ ЭВМ чуть улучшило положение дел, однако в целом не изменило общую картину.

Кардинальные изменения стали происходить с массовым распространением персональных компьютеров в конце 80-х годов. ЭВМ стали атрибутом рабочих столов руководителей, а затем и линейных работников предприятия. Благодаря наличию большого числа программистов, труд которых был полностью обесценен социалистической системой распределения, приняла массовый характер разработка небольших программ-подделок, автоматизирующих отдельные виды деятельности бухгалтера, экономиста, кадровика и др. Эти программы приносили реальную пользу не только предприятию, но и самому программисту – они позволяли ему зарабатывать на жизнь своим профессиональным трудом. Однако были и серьезные негативные моменты. Так, большинство программ создавались без применения какой-либо стандартной технологии, они не были сопряжены между собой и не были задокументированы. Большинство проектных решений принималось без какого-либо анализа, основываясь только на субъективных предпочтениях самого разработчика. Как следствие, эти программы жили ровно столько времени, сколько их создатель работал с данным предприятием.

Опыт фрагментарной автоматизации многое дал для развития технологии построения АСОИУ. Появилась культура работы пользователя с ЭВМ, возникло множество стандартных решений типовых задач. Однако осмысление этого опыта заставило серьезных руководителей вернуться к интегрированному решению проблемы автоматизации управления (история развивается по спирали!). Этому также способствовало появление соответствующего инструментария, в том числе и типовых настраиваемых систем класса R2(3), Ваан и др. Если большие предприятия уже сделали первые не всегда удачные попытки внедрения у себя интегрированных решений, то малые и средние организации все еще находятся на стадии фрагментарной «островковой» автоматизации.

Не только фрагментарность, но другие причины могут служить источником неэффективности существующей системы, например, изменения, происшедшие на предприятии и во внешней среде; морально устаревший пользовательский интерфейс; безынициативная позиция эксплуатационного персонала АСУ и т.д.

3.1.3. Синтез целей и задач АСОИУ

Первым проектным решением, принимаемым в фазе формулирования проекта, является определение целей и задач проектируемой АСОИУ. Прежде всего разработчики и руководители автоматизируемого предприятия должны точно понять, что даст автоматизация и внедрение АСОИУ. Как правило, грамотный руководитель понимает,

что автоматизация не снизит, а скорее увеличит текущие расходы и численность персонала. Многолетняя практика развеяла миф середины 70-х годов об автоматизации как способе экономии средств и людских ресурсов. Сегодня его место заняло трезвое осознание, что отсутствие автоматизации может серьезно сдерживать дальнейшее развитие организации и рост качества труда.

Проиллюстрируем последнее утверждение следующим примером. Предположим, мы создали страховую организацию, обслуживающую 500 клиентов. Для работы с клиентами создана картотека, с которой успешно работает одна сотрудница. Через некоторое время, благодаря активной рекламе число клиентов увеличилось до 2500. Наняв на работу дополнительно четыре сотрудницы, мы решаем и эту проблему. Однако еще через некоторое время нам удалось увеличить число клиентов до 20 тыс., кроме того возросло число страховых услуг, в связи с чем возникла необходимость определенной систематизации учета клиентов. Очевидно, что очередное увеличение числа сотрудниц ни к чему хорошему не приведет – лишь резко возрастет число ошибок и возникнет дополнительная неразбериха, требующая отдельной координации. В этом случае без автоматизации хранения и поиска информации не обойтись.

Итак, автоматизация увеличит расходы, но при этом упорядочит работу и **создаст перспективу для развития предприятия**. Кроме того, грамотно выполненная автоматизация обеспечит предприятию способность быстро и гибко реагировать на изменения рынка и окружающего мира за счет улучшения качества и скорости управленческих процессов. А это, в свою очередь, **создаст предприятию конкурентное преимущество**. Именно цели такого рода чаще всего провозглашают при создании серьезной АСОИУ. Побудительными мотивами к созданию АСОИУ могут стать не только экономические критерии, но и субъективные факторы, такие как смена высшего руководства или реструктуризация предприятия, стремление повысить свой имидж в глазах партнеров за счет внедрения дорогой ERP-системы и др.

Зачастую, создавая систему, заказчики пытаются преследовать несколько целей. Некоторые цели могут декомпозироваться на подцели, различная степень и последовательность достижения которых может привести нас к цели. Таким образом, синтез цели АСОИУ является достаточно сложной формальной задачей, постановку которой мы сейчас и рассмотрим.

Основной целеобразованием в кибернетике принято считать наличие у исследуемой системы *потребностей* $A = \{\alpha_1 \dots \alpha_k\}$. Потребно-

сти могут иметь разную природу и характеризоваться различной актуальностью или насущностью. Например, потребностью человека является пища, комфортные условия окружающей среды; потребностью технологического процесса – энергия, квалифицированные рабочие; потребностью некоторого управленческого процесса – информация, эксперты.

Изменяющаяся внешняя среда и поведение самой системы могут привести к рассогласованию между размером потребности α_k и возможностями ее удовлетворения. Это приводит к возникновению *проблемы* d_k . Чем больше это рассогласование, тем насущнее и острее проблема. В этом случае *целью* управления G_k является устранение проблем, а вместе с ними удовлетворение и минимизация неудовлетворенных потребностей, т.е. решение задачи многокритериальной оптимизации

$$G_i : \alpha_i(X, U) \rightarrow \min_{R, \Omega} (i = 1 \dots k),$$

где X – состояние среды, U – поведение системы, R – имеющиеся ресурсы, Ω – ограничения.

Как правило, при формулировании целей АСОИУ возникают как общие цели создания всей системы, так и частные подцели, обусловленные проблемами в решении определенных функциональных задач, например, проблемы документооборота, проблемы пиковых нагрузок технологического оборудования. Чтобы сформулировать цели и задачи создаваемой АСОИУ, необходимо

1) определить состав и относительную значимость задач, решаемых различными пользователями на предприятии;

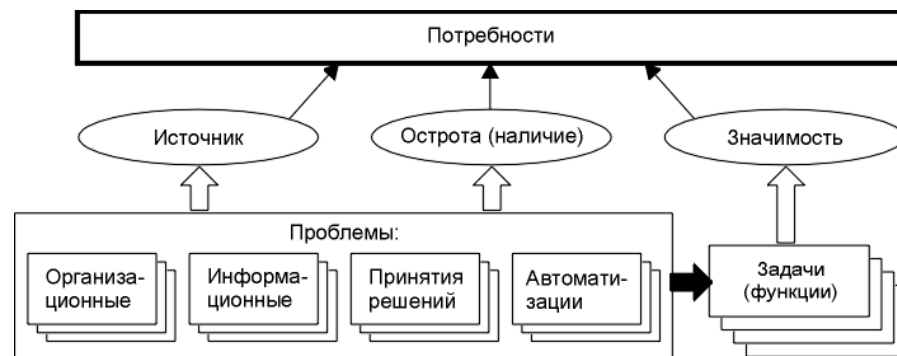


Рис. 11. Модель синтеза целей и задач АСОИУ

2) оценить и проанализировать наличие, остроту и источники проблем, испытываемых пользователями при решении задач;

3) выявить потребности пользователей и сформулировать цели и задачи АСОИУ в целом, для конкретных пользователей и для конкретных задач. Модель процесса синтеза целей и задач АСОИУ представлена на рис. 11. Рассмотрим его более подробно.

3.1.4. Анализ задач и проблем предприятия

Первый шаг к целеобразованию системы – выделение задач и основных функций, образующих процесс функционирования предприятия. Под производственной или управленческой *задачей* предприятия будем понимать часть процесса функционирования, связанную с определенным видом деятельности или направленную на достижение определенного результата. В качестве задач могут выступать управление кадрами, бухгалтерский учет, транспортировка грузов, сбыт продукции, обслуживание и ремонт, конвейерная сборка, материально-техническое снабжение и др. Задачи могут быть изолированы или связаны друг с другом причинно-следственными, информационными или иными связями. Некоторые задачи могут являться частью других, более высокоуровневых задач – в этом случае задачи образуют иерархическую структуру. С точки зрения АСОИУ задача предприятия обычно связана с функциями учета, контроля и принятия решений, реализуемыми одним или несколькими пользователями, связанными информационными, территориальными или административными взаимосвязями.

Очевидно, что целью любой деятельности, в том числе и создания АСОИУ, является удовлетворение насущных проблем и потребностей, т.е. стремление привести систему в некоторое целевое состояние, в котором острота и насущность проблем или соответствующего функционала минимальна. Поэтому чтобы сформулировать *цель* АСОИУ, необходимо сначала выявить и оценить остроту существующих на предприятии *проблем*, возникающих при решении конкретных задач предприятия. Чем острее проблема, тем выше соответствующая потребность в ее устранении.

Далеко не все проблемы предприятия можно устранить внедрением АСОИУ. С этой точки зрения проблемы можно разделить на

управляемые, т.е. проблемы, которые исчезнут или смягчатся до некоторого приемлемого уровня в результате ввода системы в эксплуатацию (примером управляемой проблемы является плохой документооборот на предприятии – внедрение электронной системы документооборота практически всегда позволяет решить эту проблему);

неуправляемые, т.е. проблемы, которые никак не решаются с помощью АСОИУ. В случае подобных проблем можно попытаться в результате внедрения АСОИУ сделать систему менее чувствительной к отдельным неуправляемым проблемам.

Необходимо отметить, что АСОИУ позволяет компенсировать лишь три типа проблем:

организационные проблемы;

информационные проблемы;

проблемы, связанные с принятием управленческих решений.

Кроме того, процесс внедрения АСОИУ сам может инициировать возникновение на предприятии проблем – проблем адаптации персонала к автоматизации. В то же время проблемы, вызванные недостатком ресурсов, субъективные (личностные), психологические и другие подобные проблемы не устраняются современными информационными технологиями.

К числу организационных проблем обычно относят следующие: Ф1) проблема неупорядоченности документооборота – «Документооборот»; Ф2) проблема должностного взаимодействия сотрудников внутри одного подразделения – «Внутреннее взаимодействие»; Ф3) проблема должностного взаимодействия с внешними подразделениями – «Внешнее взаимодействие»; Ф4) проблема дублирования должностных обязанностей – «Дублирование функций»; Ф5) проблема неупорядоченности должностных обязанностей – «Должностные обязанности»; Ф6) проблема невыполнения должностных обязанностей – «Безответственность»; Ф7) проблема конфликтов должностных и личных интересов – «Конфликты интересов»; Ф8) проблема «пиковых» нагрузок – «Неравномерная загрузка»; Ф9) проблема ориентации на высококвалифицированные и уникальные кадры – «Незаменимые сотрудники».

К информационным проблемам предприятия относятся И1) проблема больших объемов данных – «Объем информации»; И2) проблема недостоверности информации – «Искажение информации»; И3) проблема неполноты и разрозненности информации – «Фрагментарность информации»; И4) проблема сокрытия информации – «Сокрытие информации»; И5) проблема надежности передачи и хранения информации – «Потеря информации»; И6) проблема выявления и регистрации информации – «Отсутствие информации»; И7) проблема своевременности получения информации – «Задержка информации»; И8) проблема ограничения доступа к информации – «Секретность и безопасность»; И9) проблема выборки требуемой информации – «Поиск информации».

Процесс принятия решений обычно сопряжен со следующими сложностями: P1) неопределенность и отсутствие четких критериев, определяющих выбор решения; P2) необходимость учета многих факторов при генерации, анализе и выборе решения; P3) необходимость учета конфликтов интересов как одного из действующих факторов при принятии решений; P4) слабая формализация процесса генерации и выбора решения; P5) дефицит времени на сбор необходимой информации и принятие решения; P6) высокая ответственность за принятое решение.

К традиционным проблемам автоматизации относятся A1) проблема необходимости внесения организационных изменений в работу пользователя, сопровождающих реализацию и внедрение АСОИУ; A2) проблема готовности пользователя к работе с АСОИУ.

Перечисленный выше список проблем является приблизительным и каждый раз должен уточняться с учетом специфики автоматизируемого предприятия, его отраслевой принадлежности, достигнутого уровня исполнительской дисциплины и т.п.

3.1.5. Анкетирование руководителей предприятия

Наиболее удобным и быстрым способом анализа проблем предприятия является применение метода экспертных оценок, в частности метода Дельфы, предполагающего проведение индивидуального анкетирования экспертов с последующей статистической обработкой и обобщением полученных экспертных оценок. В качестве экспертов могут быть привлечены руководители, их первые заместители или ведущие специалисты подразделений, являющихся субъектами управленческих и технологических процессов на предприятии. В некоторых случаях внутри одного подразделения выделяются отдельные группы, ориентированные на выполнение своих специфических задач.

Провести экспертизу можно с помощью анкеты, фрагмент которой приведен в прил. 1. Данная анкета может быть усовершенствована, а перечень анализируемых проблем – модифицирован в соответствии со спецификой обследуемого предприятия.

3.1.6. Обработка экспертных оценок

Процедура обработки экспертных оценок включает в себя восстановление пропущенных значений и анализ согласованности оценок.

Анализ и восстановление пропущенных значений. Для получения общей картины полноты оценок необходимо

оценить относительную долю полностью заполненных анкет и распределение пропусков по проблемам.

Полностью заполненной может считаться анкета без пропусков или с незначительными пропусками (например, одно восстанавливаемое значение). Хорошим считается результат, когда около половины анкет заполнены без пропусков и 20–30% – с незначительными пропусками. При этом доля всех пропущенных оценок не должна превышать 5–10% от общего числа оценок.

На рис. 12 приведен пример диаграммы, на которой показано распределение пропусков по проблемам, полученное в одной из реальных экспертиз. Из диаграммы видно, что основная доля пропусков приходится на факторы Ф2, Ф3. Как показывает анализ анкеты, это явление неслучайно, т.к. работа эксперта с этими проблемами предполагает исполнение двух шагов – оценку остроты проблемы и указание потенциальной причины этой проблемы. Очевидно, ряд экспертов, указывая причину проблемы, полагали, что этого достаточно, или попросту забывали отметить остроту проблемы.

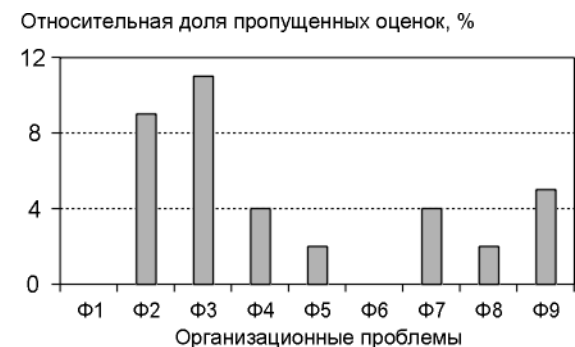


Рис. 12. Пример диаграммы распределения пропусков в оценках остроты организационных проблем

Для восстановления пропущенных значений можно использовать следующую эмпирическую методику:

при восстановлении значений факторов Ф2, Ф3, И2, И6, И7 (эти вопросы предполагают оценку остроты проблемы и указание ее наиболее вероятной причины; эксперт зачастую отвечает на один пункт и забывает про второй) используется следующее правило: если эксперт указывает хотя бы одну из причин проблемы, то проблема существует и ее острота не равна нулю – в этом случае в качестве восстановленного значения берется число 3–5, в зависимости от тяжести указанной причины и остальных оценок эксперта;

при восстановлении значения фактора И1 берется число, обусловленное указанными экспертом количественными характеристиками объема информации (числом объектов и реквизитов) – при этом, выбор числа определяется опытом аналитика в области информационных технологий;

при восстановлении значений остальных факторов берется число 0, т.к. какая-либо дополнительная информация, свидетельствующая об остроте данной проблемы, отсутствует (хотя отсутствие значения, конечно, не означает, что данной проблемы не существует, возможно, эксперт просто не захотел ее анализировать или указывать).

Анализ согласованности оценок позволяет определить близость суждений отдельных экспертов и выявить высокосогласованные группы [1]. Рассмотрим процедуру анализа согласованности на примере обработки оценок остроты организационных проблем.

В процессе заполнения анкеты каждый эксперт формирует вектор баллов X^Φ , содержащий оценки остроты организационных проблем Ф1... Ф9. Учитывая неколичественный характер балльных оценок, выполним преобразование вектора баллов в вектор рангов R^Φ . При этом проблема с наибольшим баллом получит ранг 1, с наименьшим баллом – ранг 9, проблемы с одинаковыми баллами – связный ранг, равный среднему арифметическому поделенных мест. Например, вектор баллов $X^\Phi = \{10; 3; 4; 10; 9; 0; 0; 10; 7\}$ преобразуется в вектор рангов $R^\Phi = \{2; 7; 6; 2; 4; 8,5; 8,5; 2; 5\}$.

Для каждой пары экспертов μ и ν выполним расчет коэффициента парной ранговой корреляции Спирмена – $\rho_{\mu\nu}^\Phi$, характеризующего близость векторов рангов R_μ^Φ и R_ν^Φ :

$$\rho_{\mu\nu}^\Phi = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (r_{i\mu} - r_{i\nu})^2}{\frac{1}{6}n(n^2 - 1) - \frac{1}{12}(T_\mu + T_\nu)}, \quad (1)$$

где $r_{i\mu}$, $r_{i\nu}$ – ранги i -й проблемы по мнению μ -го и ν -го экспертов соответственно; $T = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l)$ – показатель связных рангов (T_μ – для μ -го эксперта, T_ν – для ν -го эксперта); L – количество групп связных рангов в векторе рангов; t_l – количество связных рангов в l -й группе; $n=9$ – число проблем (объектов оценивания).

Диапазон значений ρ от -1 до 1 . Значение 1 соответствует полному совпадению ранжирований двух экспертов; значение -1 – противоположным ранжированиям; значение 0 – независимым (некоррелирующим) ранжированиям.

Проиллюстрируем расчет на примере двух векторов рангов:

$$R_\mu^\Phi = \{2; 7; 6; 2; 4; 8,5; 8,5; 2; 5\}; R_\nu^\Phi = \{2,5; 9; 7; 2,5; 2,5; 6; 8; 2,5; 5\}.$$

Рассчитаем показатели связных рангов:

$$T_\mu = (3^3 - 3) + (2^3 - 2) = 30; T_\nu = (4^3 - 4) = 60.$$

Вычислим сумму квадратов разностей рангов:

$$S = 0,25 + 4 + 1 + 0,25 + 2,25 + 6,25 + 0,25 + 0,25 + 0 = 14,5.$$

Тогда коэффициент парной ранговой корреляции

$$\rho_{\mu\nu}^\Phi = 1 - (14,5 / (9 \cdot (9^2 - 1) / 6 - (30 + 60) / 12)) = 0,87.$$

Полученное значение свидетельствует о высокой корреляции между оценками организационных проблем двух экспертов. Вычисленные для каждой пары экспертов коэффициенты парной ранговой корреляции сводятся в корреляционную матрицу $P = \{\rho_{\mu\nu}^\Phi \mid \mu, \nu = 1..m^*\}$, где m^* – общее число опрошенных экспертов. Однако более корректным выглядит разделение общей матрицы на несколько матриц меньшего размера, объединяющих экспертов только из однородных подразделений, например, корреляционная матрица экспертов из административно-управленческих подразделений, из производственных подразделений, из подразделений снабжения и сбыта. Для каждой из полученных матриц следует определить коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} - \frac{1}{2}m(n+1) \right)^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (2)$$

где m – число экспертов, составляющих данную матрицу; r_{ij} – ранг i -й проблемы по мнению j -го эксперта; T_j – показатель связных рангов j -го эксперта; $n=9$ – число анализируемых проблем.

Диапазон значений W от 0 до 1 . При полной согласованности мнений, когда все эксперты дают одинаковые оценки, $W=1$. При полном отсутствии согласованности оценки совершенно случайны и $W=0$. В остальных случаях – чем больше W , тем выше согласованность экспертных ранжирований.

Низкий коэффициент конкордации, полученный для совокупности экспертов, свидетельствует либо о действительном отсутствии общности мнений, либо о наличии внутри этой совокупности отдельных полярных групп, характеризующихся высокой внутренней согласованностью мнений. Так, если половина экспертов указала одно и то же ранжирование, в то время как другая половина – полностью противоположное ранжирование, то общий коэффициент конкордации – $W=0$, однако для каждой из этих групп в отдельности $W=1$. При значениях W , близких к предельным, анализ подобных ситуаций весьма актуален.

Кроме того, из каждой матрицы необходимо выделить высокосогласованные группы экспертов. При этом в одну группу должны войти эксперты, коэффициент парной ранговой корреляции которых превышает некоторое пороговое значение. Так, из приведенной в табл. 1 корреляционной матрицы при пороговом значении $\rho_{пор.}=0,5$ выделяются следующие высокосогласованные группы экспертов: первая группа – эксперты 1,2,5,8; вторая группа – 3,4,6,7 (для удобства коэффициенты корреляции с высокими значениями выделены жирным шрифтом).

Таблица 1

Матрица коэффициентов парной ранговой корреляции суждений экспертов из административно-управленческих подразделений по организационным проблемам

Эксперт	1	2	3	4	5	6	7	8
1	–	0,60	0,05	0,50	0,53	0,08	0,59	0,79
2	0,60	–	–0,32	–0,05	0,21	–0,21	–0,02	0,67
3	0,05	–0,32	–	0,20	0,59	0,61	0,53	0,11
4	0,50	–0,05	0,20	–	0,34	0,48	0,71	0,44
5	0,53	0,21	0,59	0,34	–	0,28	0,36	0,70
6	0,08	–0,21	0,61	0,48	0,28	–	0,75	0,19
7	0,59	–0,02	0,53	0,71	0,36	0,75	–	0,40
8	0,79	0,67	0,11	0,44	0,70	0,19	0,40	–

3.1.7. Интерпретация результатов анкетирования

Опыт применения данной методики показал, что использование статистических методов для синтеза обобщенного мнения нецелесообразно, т.к. в этом случае мы получим «среднюю температуру по больнице», т.е. показатель, не дающий никакой полезной информации. Интерпретацию результатов следует проводить для каждой из анали-

зируемых проблем в отдельности. Для этого можно использовать следующие показатели и формы представления результатов:

гистограмму распределения баллов (рис. 13), позволяющую судить о наличии явно выделяющихся частотных пиков;

коэффициенты вариации и интерквартильной вариации баллов, позволяющие судить о близости и разбросе оценок;

сумму баллов и средний балл, полученный данной проблемой, позволяющие судить об абсолютном лидерстве данной проблемы среди других проблем данного типа;

сумму рангов и средний ранг, полученный данной проблемой, позволяющие судить об относительном лидерстве данной проблемы среди других проблем данного типа;

число экспертов, поставивших данную проблему на первое (последнее) место.

Ниже приведен пример представления и интерпретации результатов оценки остроты проблемы документооборота на предприятии (в экспертизе приняли участие 55 экспертов).

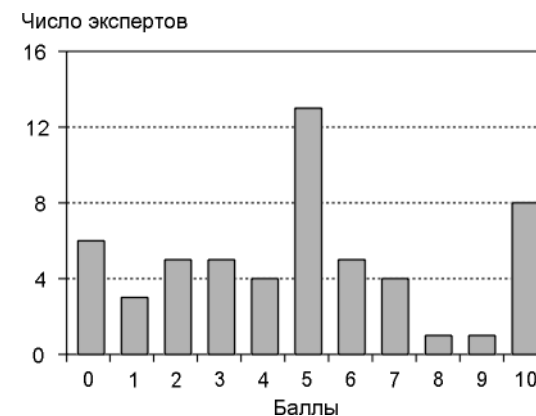


Рис. 13. Распределение оценок проблемы Ф1 – Документооборот

Коэффициент вариации баллов – $V_{Ф1}=0,71$.

Коэффициент интерквартильной вариации – $Q_{Ф1}=0,8$.

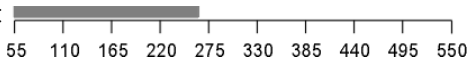
Средний ранг $r_{Ф1 ср.}=3,3$.

Сумма рангов $S(r_{Ф1})=181,5$:

Относительная частота присвоения первого или связанного с ним ранга – 29% (первый ранг – 7 раз, связанный с первым ранг – 9 раз из 55).

Относительная частота присвоения последнего или связного с ним ранга – 11% (последний ранг – 0 раз, связный с последним ранг – 6 раз из 55).

Средний балл $\lambda_{\Phi 1 \text{ ср.}} = 4,8$.

Сумма баллов $S(\lambda_{\Phi 1}) = 264$: 

Для данной проблемы характерно устойчивое относительное и абсолютное лидерство по остроте, сопровождаемое достаточно высокой согласованностью мнений экспертов. Явно выделяются частотные пики оценок, соответствующие средней и максимальной остроте проблемы документооборота. В относительно меньшей степени эту проблему испытывают административные подразделения с налаженным и четко формализованным документооборотом, в наибольшей – производственные подразделения, связанные с выпуском продукции.

Очевидно, что проблема документооборота на предприятии стоит весьма остро. Задачами АСОИУ в части оптимизации документооборота обычно являются формализация процесса прохождения документов; обеспечение распределенного доступа к документам; отслеживание процессов прохождения документов по технологической цепочке.

Полученные по всем анализируемым проблемам результаты удобно объединить в итоговую таблицу (табл. 2), предварительно упорядочив их по среднему баллу. Аналогичные или похожие процедуры обработки и интерпретации выполняются и для других типов проблем.

Таблица 2

Обобщенные характеристики организационных проблем

Проблема	$r_{\text{ср.}}$	N ($r=1$)	N ($r_{\text{св.1}}$)	N ($r=9$)	N ($r_{\text{св.9}}$)	$\lambda_{\text{ср.}}$	r
Ф1 – Документооборот	3,3	7	9	0	6	4,8	1
Ф8 – Неравномерная загрузка	3,8	5	11	2	10	4,1	2
Ф9 – Незаменимые сотрудники	4,2	9	6	0	16	4,0	3
Ф3 – Внешнее взаимодействие	4,5	3	6	0	15	3,4	4
Ф4 – Дублирование функций	5,0	4	6	1	20	3,3	5
Ф6 – Безответственность	5,7	2	4	1	24	2,3	6
Ф5 – Должностные обязанности	6,0	1	4	2	30	2,1	7
Ф7 – Конфликты интересов	6,2	1	1	2	28	1,9	8
Ф2 – Внутреннее взаимодействие	6,4	0	3	4	29	1,7	9

Необходимо отметить, что не только объективные проблемы, но и субъективные причины могли послужить побудительными мотивами

создания АСОИУ для руководства предприятия. К таким мотивам относятся, например, «чтобы было как у всех (у соседей, у конкурентов)», «нужно срочно потратить деньги», «чтобы придать управлению современный вид», «таково веяние времени (руководства отрасли)» и т.п. Конечно, формулирование целей АСОИУ не должно опираться на такие критерии, однако без их учета, к сожалению, не обойтись.

3.2. ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ АСОИУ

3.2.1. Соотношение заказных, готовых и собственных компонентов АСОИУ

Создание АСОИУ – процесс многовариантный как для заказчика, так и для разработчика. Варианты будущей системы образуются как сочетание различных проектных решений по определению архитектуры системы, ее функциональной нагрузки, используемых для проектирования инструментальных платформ, используемой методологии и стратегии проектирования и др. Еще одним важным фактором является использование в проекте готовых компонентов АСОИУ, имеющихся на рынке информационных технологий. В современной практике построения АСОИУ известны три основных стратегии использования готовых компонентов:

- 1) внедрение готовой полнофункциональной системы;
- 2) индивидуальная разработка новой заказной системы;
- 3) интеграция отдельных готовых и заказных приложений.

Приобретение и внедрение готовой системы (SCADA-системы для АСУ ТП или ERP-системы для АСУП) может опираться на предложения как отечественных, так и зарубежных поставщиков. Отечественные разработки значительно дешевле, ориентированы на потребности и специфику отечественного пользователя. Однако большинство таких систем предназначены для небольших предприятий. Разработки известных поставщиков ERP-систем мирового уровня, такие как SAP R/3, Vaan, Oracle Application и другие, пользуются широкой популярностью на западе и имеют десятки тысяч внедрений по всему миру на предприятиях различных отраслей экономики.

К положительным качествам этих систем можно отнести функциональную полноту; возможность автоматизации всех информационных и управленческих процессов предприятия; нацеленность на повышение эффективности функционирования предприятия; использование совершенных методик и систем показателей; соответствие меж-

дународным стандартам управления, финансовой отчетности и качества. Как правило, в предлагаемых системах используются собственные инструментальные средства проектирования приложений. Отрицательными качествами данных систем являются их жесткость и, как следствие, необходимость перестройки производственных и управленческих процессов предприятия под требования системы; большое количество (до нескольких десятков тысяч) настраиваемых параметров, требующих высокой квалификации обслуживающего персонала; отсутствие к настоящему времени положительного опыта внедрения в России; высокая стоимость систем, включая стоимость услуг международных консалтинговых фирм; длительные сроки внедрения.

Приобретение готовой западной типовой системы для «среднего» промышленного предприятия может обойтись в несколько миллионов долларов и затянуться на несколько лет при условии сохранения заданного уровня финансирования работ. Кроме того, внедрив такую систему, предприятие на долгие годы, если не навсегда привязывается к одной торговой марке в области информационных технологий.

Как правило, функциональные возможности готовых систем оказываются слишком избыточными для небольших и средних предприятий. В этом случае более выгодной может стать разработка заказной системы, ориентированной непосредственно на задачи и специфику данного предприятия – своего рода «индивидуальный пошив одежды». Однако качество такой системы полностью зависит от квалификации разработчиков.

При определении функциональности такой системы необходимо учитывать еще одну возможность организации управленческой деятельности на автоматизируемом предприятии – аутсорсинг, состоящий в передаче определенных управленческих функций сторонней организации. По этому пути обычно идут малые предприятия, поручающие специализированным консультационным фирмам ведение таких процессов, как бухгалтерский учет, юридическое обоснование, маркетинг и др.

И наконец, еще один активно используемый сегодня путь – интеграция отдельных приложений. Он предполагает сопряжение и объединение в единый комплекс самых различных приложений – от уже существующих и эксплуатируемых на предприятии, до новых готовых или заказных. Иногда такой путь провоцируется тем, что на рынке отсутствует альтернатива хорошо зарекомендовавшим себя старым продуктам, созданным собственными программистами предприятия десять-пятнадцать лет назад. Несмотря на то, что этот путь обычно является относительно дешевым, попытки интегрировать

приложения в единый комплекс не всегда удаются, а качество такой автоматизации зачастую оставляет желать лучшего.

Появляются также и смешанные стратегии. Так, некоторые производители готовых полнофункциональных систем (например, SAP) объявили о готовности встраивать в свои продукты возможность сопряжения и интеграции с программным обеспечением других фирм. Это позволит внедрить готовую систему, сохранив при этом отдельные хорошо зарекомендовавшие себя ранее на предприятии модули АСОИУ.

3.2.2. Соотношение внешних и внутренних усилий

В зависимости от принятого варианта соотношения компонентов предприятие может

- 1) проектировать и внедрять АСОИУ собственными силами;
- 2) заказать сторонней организации разработку и внедрение системы «под ключ»;
- 3) разрабатывать и внедрять систему объединенными усилиями.

Проектирование и внедрение системы собственными силами. Сегодня каждое крупное предприятие имеет в своем составе одно или два структурных подразделения, отвечающих за автоматизацию. Как правило, сотрудники этих подразделений обладают достаточным потенциалом для разработки АСОИУ собственными силами, а потому данный подход может стать наиболее дешевым (вдвое или втрое дешевле по сравнению с заказом системы на стороне). Его преимуществом является также и то, что разработчики хорошо ориентируются в своей организации, понимают ее специфику и особенности разрабатываемой системы. Однако зачастую свои специалисты проигрывают специалистам серьезных проектных фирм в опыте и знании современных технологий разработки. Кроме того, внутренняя разработка, как правило, не опирается на технологию управления проектом, что приводит к отвлечению разработчиков на другие срочные работы по эксплуатации старой системы и срыву установленных сроков. В этом случае процесс создания системы может растянуться на годы и обойдется едва ли дешевле, чем привлечение сторонней организации.

Заказ разработки и внедрения системы сторонней организации «под ключ». Современный рынок услуг в научно-технической сфере практически насыщен фирмами самого разного уровня и квалификации, берущимися за разработку АСОИУ – от бывших отраслевых НИИ до небольших частных компаний. Стоимость такого проекта значительно выше собственной разработки, однако ниже, чем

приобретение типовых готовых систем. Результаты могут оказаться быстрыми и качественными. Преимуществом таких фирм-разработчиков является наличие у них разностороннего опыта автоматизации различных предприятий, знание и хорошая ориентация в самых передовых технологиях, способность выбрать оптимальный и наиболее дешевый путь создания системы, быстрота реализации проекта. В то же время существует серьезный риск создания системы не соответствующей ожиданиям заказчика – ведь далеко не все фирмы, оказывающие подобные услуги, одинаковы и способны за короткий срок досконально изучить объект автоматизации. Заказывая систему «на стороне», предприятие может также попасть в чрезмерную зависимость от разработчиков даже при незначительных модификациях системы, вызванных текущими потребностями управления предприятием и изменениями в законодательстве.

Разработка и внедрение системы объединенными усилиями совместной проектной группы, включающей в себя специалистов организации-разработчика, поставщиков отдельных прикладных систем и заказчика. Такой вариант построения АСОИУ предполагает постепенное смещение «центра тяжести» проекта от стороннего разработчика к самому предприятию. В начале разработки ведущая роль принадлежит сторонней организации, владеющей современной технологией проектирования АСОИУ. В процессе совместной работы на предприятии образуется собственная высококвалифицированная группа аналитиков и разработчиков, способных самостоятельно решать проектные задачи. К концу разработки эта группа уже выполняет значительную часть работ, практически полностью владеет технологией проектирования, и на нее ложится задача последующей эксплуатации, развития и расширения системы.

Смешанный подход не ограничивается лишь объединением усилий сторонней организации и предприятия для создания новой системы. Он может также сочетать разработку новых компонентов с использованием готовых, вовлекая при этом в проект производителей или распространителей типовых решений, досконально знающих собственный продукт. Так, например, сегодня нет необходимости разрабатывать собственную подсистему бухгалтерского или материально-технического учета. Их проектирование должно опираться на большой опыт, хорошее знание законодательства и специфики этого рода деятельности. Системы такого типа широко представлены на отечественном рынке, и следовательно, сравнительно недорого. Купив такую систему, разработку общей концепции АСОИУ и реализацию ряда подсистем можно поручить стороннему интегратору,

а автоматизацию технологической подготовки производства, например, выполнить самостоятельно.

Согласно опросам, сегодня около 20–25 % (в Москве около 40 %, в регионах 5–10 %) средних и крупных предприятий заказывают комплексную автоматизацию внешнему разработчику. Остальные реализуют проекты либо собственными силами, либо совместно со сторонней организацией.

3.2.3. Факторы, влияющие на выбор варианта

На различных предприятиях могут складываться очень разные условия автоматизации, вследствие чего невозможно сформулировать универсальный, единственно верный путь разработки АСОИУ. Очевидно, что основным критерием выбора этого пути является достижение поставленных перед АСОИУ целей и заданного уровня показателей экономической эффективности. Экспертную процедуру принятия такого решения мы рассмотрим в следующем параграфе, а сейчас перечислим некоторые другие факторы, способные влиять на этот процесс «при прочих равных условиях».

Наиболее существенным фактором является наличие на предприятии финансовых, временных, кадровых и других видов ресурсов. Ограниченные средства или время обычно сильно сужают круг возможных вариантов, порой не оставляя никакого выбора. Как ни странно, но зачастую не отсутствие денег, а дефицит времени может лишить возможности спокойно сориентироваться на рынке и привести к неадекватному выбору. В таких условиях выбор падает обычно на ближайших партнеров и хорошо знакомые среды и технологии разработки.

Существенное влияние на выбор варианта может оказать достигнутый предприятием уровень культуры производства. К сожалению, в области информатизации и автоматизации управленческой деятельности невозможен революционный путь. Достижимость того или иного уровня информационной технологии и культуры на предприятии зависит от предыдущего, уже достигнутого уровня. Низкая информационная и организационно-технологическая культура может, например, сдерживать применение высокотехнологичных систем автоматизированного документооборота. Возможно даже, что интегрированная информационная среда в таких условиях окажется совершенно бесполезной.

Благодаря широкому рынку сбыта и высокому интеллектуальному потенциалу ведущую роль в области информационных технологий сегодня играют крупные города. Однако в автоматизации нуждаются

не только столичные заказчики, но и многочисленные промышленные предприятия, находящиеся вдалеке от центра. Остановившая свой выбор на современных высоких технологиях проектирования АСОИУ, они обрекают себя на постоянные челночные поездки в центр и из центра. Такая система проектирования обладает инерционностью и чревата сбоями, однако результат может окупить все финансовые и моральные затраты.

Делая выбор в пользу той или иной инструментальной платформы для разработки системы (будь то готовое типовое решение или просто среда проектирования), необходимо учитывать ее позицию, динамику развития и перспективы на отечественном рынке. При этом не следует серьезно относиться к рекламным лозунгам типа «мы пришли всерьез и надолго», а также к упоминаниям влиятельных правительственных и государственных организаций в качестве своих заказчиков. Гораздо более достоверным показателем могут служить отзывы других таких же предприятий, на себе испытавших эффективность того или иного решения.

Еще более безопасным решением является ориентация на среды, совместимые с общепринятыми в части поддерживаемых форматов, языков и интерфейсов. Иногда сначала бывает выгодно сделать ставку на сравнительно дешевый продукт, являющийся «вещью в себе». Однако при этом нельзя забывать об опасности высокой стоимости его поддержки и сопровождения, а то и вообще ухода разработчика с рынка.

Последними в списке, но иногда первыми по значимости стоят субъективные факторы, такие как лоббирование чьих-то интересов, привычка к определенному инструментарию, личные предпочтения разработчиков и др. Эти факторы наиболее трудно поддаются учету и управлению, однако их влияние на выбор варианта реализации АСОИУ может оказаться чрезвычайно сильным.

3.2.4. Выбор наилучшего варианта

Решения по выбору варианта реализации проекта тем важнее, чем масштабнее предполагается проект, поскольку крупные проекты определяют направление деятельности на будущее (иногда на годы) и связывают имеющиеся финансовые и трудовые ресурсы. Однако нельзя забывать, что выбирая вариант А, а не вариант В, разработчик и заказчик отказываются от тех выгод, которые мог бы принести проект В.

Для выбора наилучшего варианта можно использовать метод QUEST (Quantitative Utility Estimates for Science and Technology – ко-

личественные оценки полезности для науки и технологии). Этот метод разрабатывался для решения задачи распределения ресурсов, выделяемых на исследования и разработки, исходя из их возможного вклада в решение определенного круга задач. Согласно этому методу полезность j -го варианта реализации системы U_j определяется как

$$U_j = \sum_{i=1}^n \lambda_i G_{ij},$$

где G_{ij} – степень достижения i -й цели автоматизации при реализации j -го проекта ($G_{ij} \in [0,1]$); λ_i – относительная важность i -й цели автоматизации ($\lambda_i \in [0,1]$, $\sum_i \lambda_i = 1$).

Чтобы найти вариант проекта, сулящий наибольшую выгоду и наименьшие упущения, необходимо решить оптимизационную задачу следующего вида:

$$P \rightarrow \max_{\Omega, j} U_j,$$

где P – выбранный вариант проекта; Ω – ограничения.

Или, учитывая, что каждая цель направлена на минимизацию потребностей (проблем) предприятия:

$$P \rightarrow \min_{\Omega} \sum_k v_k x_k,$$

где x_k – острота k -й проблемы; v_k – относительная значимость k -й проблемы. Иначе говоря, выбранный вариант реализации проекта должен в итоге минимизировать потребности заказчика настолько, насколько это возможно при заданных ограничениях.

Степень достижения цели. Для определения степени достижения цели и ее относительной важности можно использовать методы экспертных оценок. Прежде всего, необходимо ввести меру степени достижения цели. Возможны следующие варианты:

1) если цель имеет количественный смысл (например, уменьшить себестоимость S изделия с 1000 до 700 рублей), то мерой является число – степень снижения себестоимости, т.е. $G \sim f(S)$;

2) в качестве «заменителя» количественной оценки могут выступать баллы (1, 2, 3, ...) или фиксированный перечень значений (0; 0,25; 0,5; ...) с соответствующей словесной интерпретацией – что означает та или иная степень достижения цели;

3) двоичный признак – 0 или 1, применяемый тогда, когда частичное достижение цели не имеет никакого практического смысла –

цель может быть либо достигнутой полностью, а в противном случае она считается недостигнутой вовсе.

Итак, если существует количественный показатель степени достижения цели, то необходимо использовать его. Однако в ряде случаев возможны комбинации нескольких мер. Так, например, если цель автоматизации состоит в том, чтобы ускорить подготовку годового отчета организации, снизив ее трудоемкость на 20 человеко-дней (с 30 до 10), а рассматриваемый вариант реализации проекта способен уменьшить трудоемкость лишь на 15 человеко-дней, то можно предположить, что поставленная цель достигается на 75% ($G = 0,75$). Однако при этом нужно понимать, что если организация не обладает даже этими ресурсами (т.е. у нее есть только 10 человек-дней и не более), до цель не достигается вообще ($G = 0$).

В случае отсутствия количественных показателей значение G необходимо оценить экспертным путем. Наилучшим способом является разбиение отрезка $[0,1]$ на 5–6 интервалов, каждому из которых приписывается соответствующая интерпретация и значение G , например:

$G=0$ – цель не достигается вообще;

$G=0,25$ – цель достигается частично и лишь в незначительной мере;

$G=0,5$ – цель достигается наполовину;

$G=0,75$ – цель почти достигается;

$G=1$ – цель достигается в полной мере.

Эксперту в этом случае остается только выбрать подходящую по его мнению формулировку, которая затем заменяется на соответствующее значение G .

Относительная важность цели. Наилучшим способом экспертного оценивания относительной важности является метод парных сравнений [7]. Суть метода сводится к следующему. Эксперту предъявляют две наугад взятые цели автоматизации (пару целей) и просят указать степень превосходства одной цели над другой:

если обе цели равнозначны, то этот факт обозначается оценкой 1;

если первая из предъявленных целей умеренно превосходит вторую по важности, то ставится оценка 3;

при существенном или сильном превосходстве – оценка 5;

при значительном превосходстве – оценка 7;

при очень сильном (подавляющем) превосходстве – оценка 9;

если эксперт сомневается, то он может использовать промежуточные (компромиссные) оценки – 2, 4, 6, 8;

если более важной является вторая (а не первая) из сравниваемых целей, то ставится обратная оценка от 1/2 до 1/9, в зависимости от степени превосходства.

Перебирая все возможные парные сочетания целей, эксперт заполняет специальную таблицу – матрицу парных сравнений. По существу, эта матрица напоминает обыкновенную таблицу футбольного чемпионата, где вместо футбольных команд друг с другом «играют» анализируемые цели, а результат этой «игры» – число от 1/9 до 9 заносится в соответствующую клетку таблицы (табл. 3).

Обозначим элемент матрицы, находящийся на пересечении i -й строки и j -го столбца, через π_{ij} . Так, значение π_{12} – клетки на пересечении первой строки со вторым столбцом – равно «3». Это означает, что «ускорение документооборота» для данной организации несколько (умеренно) важнее, чем «устранение искажения информации». Отметим также, что эксперту необходимо заполнить лишь наддиагональную половину матрицы – другая половина обладает свойством обратной симметрии и пересчитывается автоматически.

Таблица 3

Пример матрицы парных сравнений относительной важности целей автоматизации

Цели автоматизации	1. Ускорение документооборота	2. Устранение искажения информации	3. Снижение трудоемкости отчета	4. Ограничение доступа к информации
1. Ускорение документооборота	1	3	7	3
2. Устранение искажения информации	1/3	1	4	1
3. Снижение трудоемкости отчета	1/7	1/4	1	1/3
4. Ограничение доступа к информации	1/3	1	3	1

Чтобы из матрицы парных сравнений получить относительные важности целей автоматизации, необходимо вычислить средние геометрические значения строк и нормировать полученные числа к единице:

$$\lambda_i^* = \sqrt[n]{\prod_j \pi_{ij}}, \quad \lambda_i = \lambda_i^* / \sum_i \lambda_i^*. \quad (3)$$

Для приведенной в табл. 3 матрицы

$$\lambda_1^* = \sqrt[4]{1 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 3} \approx 2,8; \quad \lambda_2^* = \sqrt[4]{1/3 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1} \approx 1,1; \quad \lambda_3^* = \sqrt[4]{1/7 \cdot 1/4 \cdot 1 \cdot 1/3} \approx 0,3;$$

$$\lambda_4^* = \sqrt[4]{\frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1} = 1; \quad \sum_{i=1}^4 \lambda_i^* = 2,8 + 1,1 + 0,3 + 1 = 5,2; \quad \lambda_1 = 2,8 / 5,2 \approx 0,54;$$

$$\lambda_2 = 1,1 / 5,2 \approx 0,21; \quad \lambda_3 = 0,3 / 5,2 \approx 0,06; \quad \lambda_4 = 1 / 5,2 \approx 0,19.$$

Полученные результаты свидетельствуют о подавляющей важности ускорения документооборота на предприятии.

3.2.5. Учет ограничений и требований к АСОИУ

Решение любой оптимизационной задачи или задачи выбора всегда осуществляется в условиях действия определенных ограничений. Ограничения помогают «отсечь» принципиально нереализуемые решения, тем самым сокращая пространство поиска оптимального варианта. В случае проектирования АСОИУ в качестве ограничений обычно выступают 1) имеющиеся ресурсы – людские, финансовые, технические, 2) специфические *ограничения предметной области*, например, для атомной станции – это жесткие требования к безопасности эксплуатации; 2) ряд *общесистемных требований*, которым должна удовлетворять любая АСОИУ, а именно:

система должна быть совместима с другими автоматизированными системами, связанными с ней;

система должна быть приспособлена к модернизации, развитию и наращиванию в определенных пределах;

уровень надежности системы должен быть достаточным для выполнения заданных функций при заданных условиях применения;

адаптивность системы должна быть достаточной для выполнения заданных функций при изменении условий применения в заданном диапазоне;

система должна обеспечивать контроль правильности и диагностирование причин нарушения правильности функционирования;







в системе должен быть обеспечен контроль метрологических характеристик;

система и объект управления должны быть защищены от неправильных действий персонала, от случайного изменения и разрушения информации и программ, от несанкционированного вмешательства, от утечки информации.

Помимо общих требований к АСОИУ могут задаваться требования к ее функциям, формулируемые обычно на стадии анализа, а также требования к отдельным видам ее обеспечения. Детализированные требования обычно формулируются по окончании этой стадии и сводятся вместе в техническом задании на АСОИУ.

ПРИМЕР АНКЕТЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОБЛЕМ

ИНФОРМАЦИЯ О ПОДРАЗДЕЛЕНИИ И ЭКСПЕРТЕ

	Наименование подразделения
<hr/>	
	Непосредственная подчиненность подразделения
<hr/>	
	Фамилия, имя, отчество эксперта (руководителя или первого заместителя руководителя подразделения)
<hr/>	
	Должность эксперта
<hr/>	
	Стаж работы в данной должности
<hr/>	
	Ученая степень, звание
<hr/>	

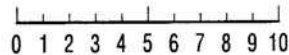
Для заметок (здесь или на отдельном листке после окончания заполнения анкеты Вы можете сформулировать свои замечания к анкете и соображения по поводу информатизации и компьютеризации деятельности Вашего подразделения, а именно: для решения каких задач следовало бы использовать компьютер и что он при этом должен делать?):

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Ниже перечислены обычные организационные проблемы и сделано их краткое примерное описание. Оцените, насколько каждая проблема актуальна для Вашего подразделения. Оценка дается в баллах по шкале от 0 до 10 (0 – проблема вообще отсутствует, 10 – проблема стоит чрезвычайно остро). Оценка проставляется в виде «засечки» на шкале ярким фломастером или маркером.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

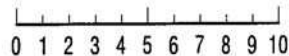


Ф1 – Документооборот:

процедура согласования и утверждения документов в настоящее время сложна, запутана и крайне плохо формализована, за прохождением документов по цепочке трудно уследить, они могут пролежать где-то несколько дней без движения; длинная цепочка согласований не гарантирует, что документ в конце-концов окажется правильным; многие должностные лица плохо себе представляют порядок оформления, утверждения и исполнения документов.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ



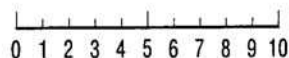
Ф2 – Внутреннее взаимодействие:

плохое взаимодействие сотрудников друг с другом внутри подразделения по причине (отметить одну или несколько причин значком ✓):

- территориальной удаленности,
- отсутствия средств коммуникации,
- отсутствия протокола (порядка) взаимодействия,
- личных взаимоотношений.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ



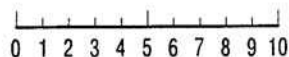
Ф3 – Внешнее взаимодействие:

затруднено взаимодействие с другими подразделениями и их сотрудниками по причине (отметить одну или несколько причин значком ✓):

- территориальной удаленности,
- отсутствия средств коммуникации,
- отсутствия порядка (протокола) взаимодействия,
- принадлежности разным структурным ветвям.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

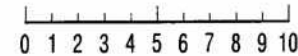


Ф4 – Дублирование функций:

Ваши сотрудники полностью или частично дублируют работу друг друга или работу сотрудников других подразделений; иногда Вашим сотрудникам приходится переделывать что-либо за кем-то – на это тратится куча времени и сил.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

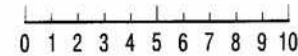


Ф5 – Должностные обязанности:

отсутствует четкое исчерпывающее описание должностных обязанностей всех или части Ваших сотрудников.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

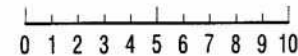


Ф6 – Безответственность:

Ваши сотрудники могут не выполнить что-то вовремя и надлежащим образом, в то время как у Вас отсутствуют рычаги (материальные или дисциплинарные) воздействия на них; разделение ответственности между сотрудниками Вашего подразделения неоптимально, никто ни за что не отвечает.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

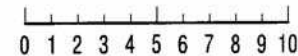


Ф7 – Конфликты интересов:

качественное выполнение работы может затронуть чьи-то интересы как внутри Вашего подразделения, так и вне его (например, руководителей других – смежных или параллельных подразделений), что вызовет противодействие с их стороны; отдельные сотрудники и исполнители конфликтуют друг с другом по личным или профессиональным мотивам.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

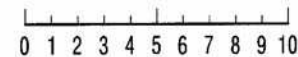


Ф8 – Неравномерная загрузка:

характер задач Вашего подразделения таков, что существуют периоды вынужденного "безделья", сменяющиеся периодически авралами с перегрузкой всех сотрудников, очередями задач и работой допоздна.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ



Ф9 – Незаменимые сотрудники:

в Вашем подразделении есть задачи, которые может выполнить только опытный сотрудник, "съевший на этом деле собаку" и проработавший с ней немало лет; когда такой человек болен или в отпуске – задача стоит.

ПРОБЛЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ



Процесс принятия решений осложняется следующими факторами (отметить один или несколько значком ✓):

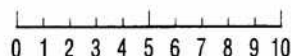
- неопределенность и отсутствие четких критериев,
- необходимость учета многих факторов,
- конфликты интересов,
- слабая формализация процесса,
- дефицит времени,
- высокая ответственность
- другие (какие?)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Ниже перечислены информационные проблемы, остроту которых Вам необходимо оценить. При оценке ограничивайтесь рамками только Вашего подразделения.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ



И1 – Объем информации:

через Ваше подразделение проходит, обрабатывается и/или хранится большой объем информации; какой именно:

– число объектов, о которых хранится информация –

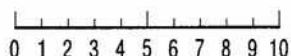
- более 100,
- более 1 000,
- более 10 000,
- более 100 000;

– число реквизитов для каждого объекта –

- более 20,
- более 50,
- более 100.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ



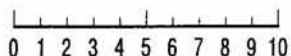
И2 – Искажение информации:

зачастую требуемая информация поступает в искаженном виде, данные приходится проверять и перепроверять, на что уходит много времени и сил. Причиной этого является (отметить одну или несколько значком ✓):

- некачественное оформление документов,
- отсутствие каналов передачи данных,
- сознательное искажение информации.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

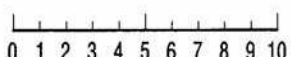


И3 – Фрагментарность информации:

отсутствует единое место хранения информации, с которой работают сотрудники Вашего подразделения; различными частями информации владеют разные люди, слабо взаимодействующие между собой и/или территориально удаленные друг от друга.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

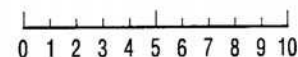


И4 – Сокращение информации:

кому-то невыгодно, чтобы информацией, которой он владеет, пользовались другие; отмечается сознательное или бессознательное (по невнимательности или из-за безответственности) сокращение информации от коллег, руководства или смежных подразделений.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

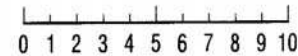


И5 – Потеря информации:

имеются случаи трудновосполнимой потери информации (бумажной или компьютерной) как внутри Вашего подразделения, так и вне его; потеря информации болезненна для решаемых Вашим подразделением задач.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ



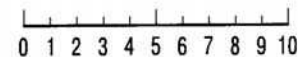
И6 – Отсутствие информации:

требуемая информация либо не существует в природе (нигде не фиксируется) и ее приходится "добывать" по крохам, косвенным признакам или другим источникам, либо просто не доходит до Вас по причине (отметить одну или несколько причин значком ✓):

- кто-то не считает своим долгом Вас информировать,
- отсутствуют каналы или процедуры передачи информации,
- другая причина (какая?).



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ



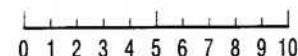
И7 – Задержка информации:

информация зачастую устаревает, пока доходит до Вашего подразделения, для принятия решений иногда приходится, не дожидаясь соответствующего документа, звонить или посылать кого-то из сотрудников, чтобы получить требуемую информацию. Причиной этого является (отметить одну или несколько причин значком ✓):

- отсутствие каналов быстрой передачи информации,
- безответственность людей или служб, ответственных за передачу информации,
- сложившиеся традиции,
- несовпадение темпа Вашей работы с работой других,
- сознательная задержка информации.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ

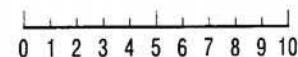


И8 – Секретность и безопасность:

часть информации, которой владеет Ваше подразделение, является секретной, доступ к ней должен быть ограничен; значительные усилия посвящены обеспечению безопасности данных – необходимо следить, чтобы ими несанкционированно не воспользовались или не повредили их.



ОЦЕНИТЕ
ОСТРОТУ
ПРОБЛЕМЫ



И9 – Поиск информации:

много времени тратится на поиск нужной информации; зачастую требуемая информация находится в архиве Вашего или другого подразделения – на ее извлечение оттуда уходит очень много времени.

ЗАДАЧИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Ниже перечислены основные задачи, связанные с функциями учета и контроля. Для каждой из них укажите относительный вес – ориентировочный процент времени, которое она занимает в работе Вашего подразделения. Задачи, с которыми Ваше подразделение вообще не работает, помечайте знаком "-"; задачи, с которыми Вы косвенно связаны, однако в их решении непосредственного участия не принимаете и времени на них не тратите, помечайте знаком "+". Хорошо, если сумма проставленных процентов составит 100; однако если это не так – не огорчайтесь и ничего не исправляйте, нас устроит такой результат. Для каждой задачи, актуальной для вашего подразделения, укажите одну наиболее острую для нее организационную и одну информационную проблему.

№	Наименование задачи	Относительный вес	Наиболее острая проблема(ы):	
			орг.	инф.
1	Сопровождение штатного расписания сотрудников			
2	Материально-технический учет (оборудование, инвентарь и др.)			
3	Сопровождение научных и хозяйственных договоров			

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ



Считаете ли Вы, что с введением в работу компьютерной информационной системы необходимо провести какие-либо изменения в Вашем подразделении? Какие именно (отметьте одно или несколько значком ✓):

- реорганизация (изменение штатного расписания),
- упорядочение и формализация некоторых процессов,
- изменение алгоритма решения некоторых задач,
- изменение функций и задач подразделения,
- другие (какие?).



Готовы ли Ваши сотрудники работать с компьютером (отметьте один или несколько ответов значком ✓):

- да и уже имеют опыт работы с подобными системами,
- готовы, необходимо лишь отработать навыки,
- да, но потребуются обучение работе с системой,
- потребуются обучение азам обращения с компьютером,
- существует психологическое предубеждение к работе с компьютером,
- потребуются длительный период адаптации к компьютеру,
- нет.

Литература

1. Анохин А.Н. Методы экспертных оценок: применение в задачах эргономического обеспечения деятельности оператора АЭС. – Обнинск: ИАТЭ, 1996. – 148 с.
2. Глушков В.М. Введение в АСУ. – Киев: Техника, 1974. – 320 с.
3. ГОСТ 34.601-90. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
4. Калянов Г.Н. Консалтинг при автоматизации предприятий. – М.: Синтег, 1997. – 316 с.
5. Мамиконов А.Г. Проектирование АСОИУ. – М.: Высшая школа, 1987.
6. Модин А.А., Яковенко Е.Г., Погребной Е.П. Справочник разработчика АСУ / Под. ред. Н.П. Федоренко и В.В. Карибского. – М.: Экономика, 1978. – 583 с.
7. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

Содержание

Перечень сокращений	3
Предисловие	4
Глава первая. Основные понятия АСОИУ	6
1.1. Определение и классификация АСОИУ	6
1.2. Структура АСОИУ	6
1.2.1. Виды обеспечения АСОИУ	10
1.2.2. Функциональные подсистемы	15
1.2.3. Архитектура АСОИУ	26
Глава вторая. Жизненный циклы АСОИУ	31
2.1. Классификация моделей жизненного цикла АСОИУ	31
2.2. Типы моделей жизненного цикла АСОИУ	32
2.3. Этапы жизненного цикла АСОИУ	34
2.3.1. Процессы по ISO/IEC 12207	35
2.3.2. Этапы по ГОСТ 34-601-90	36
2.3.3. Современные технологические этапы	39
2.4. Стратегии проектирования АСОИУ	43
2.5. Траектории проектирования АСОИУ	46
2.5. Модели АСОИУ	48
Глава третья. Анализ объекта автоматизации	52
3.1. Формулирование целей и задач АСОИУ	52
3.1.1. Анализ уровня автоматизации предприятия	52
3.1.2. Причины неэффективности существующей системы	54
3.1.3. Синтез целей и задач АСОИУ	55
3.1.4. Анализ задач и проблем предприятия	58
3.1.5. Анкетирование руководителей предприятия	60
3.1.6. Обработка экспертных оценок	60
3.1.7. Интерпретация результатов анкетирования	64
3.2. Выбор варианта реализации АСОИУ	67
3.2.1. Соотношение заказных, готовых и собственных компонентов АСОИУ	67
3.2.2. Соотношение внешних и внутренних усилий	69
3.2.3. Факторы, влияющие на выбор варианта	71
3.2.4. Выбор наилучшего варианта	72
3.2.5. Учет ограничений и требований к АСОИУ	76
Приложение 1. Пример анкеты для анализа проблем	77
Литература	83