МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

У.А. Мусаева

Р.М. Рабаданова

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

(Учебное пособие)

Москва, 2024

УДК.621.3.049.; 681.31-1814.
ББК 32.966
М 91

У. А. Мусаева, Р.М. Рабаданова
М 91 АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ. Учебное пособие. – М.: «Перо», 2024. – 170 с.

ISBN 978-5-00258-235-8

Составители:

Мусаева Ума Алиевна, к.т.н., доцент кафедры информационных систем и технологий программирования, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»;

Рабаданова Раисат Муртузалиевна, к.э.н., доцент кафедры информационных систем и технологий программирования, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»

Рецензенты:

Мустафаев Аслан Гасанович, д.т.н., заведующий кафедрой «Информационные системы и программирование» ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет народного хозяйства»

Ахмедов Сулейман Абдурагимович, д.т.н., профессор кафедры «Информационных технологий и безопасности компьютерных систем» ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»

ISBN 978-5-00258-235-8



© У. А. Мусаева, Р.М. Рабаданова, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ (ИУС) 9
1.1. Понятие и содержание информационного обеспечения 9
1.2. Основные классификационные признаки и классификация ИУС 20
1.3. Общая характеристика АИУС 28
1.4. Подсистемы АИУС 35
2. КЛАССЫ СТРУКТУР АИУС 50
3. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АИУС 55
4. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИУС 58
4.1 Методологическая основа проектирования 58
4.2 Начальные этапы разработки 59
4.3 Организация разработки автоматизированных информационно-управляющих систем 62
4.4 Рабочая документация по проектированию 67
4.5 Модели жизненного цикла разработки ПО 72
4.5.1 Каскадная модель жизненного цикла разработки ПО 77
4.5.2 V- образная модель жизненного цикла разработки ПО 86
4.5.3 Модель прототипирования жизненного цикла разработки ПО 91
4.5.4. Модель быстрой разработки приложений RAD (Rapid Application Development) 99
4.5.5. Инкрементная модель жизненного цикла разработки ПО 104
4.5.6. Спиральная модель жизненного цикла разработки ПО 110
4.5.7. Спиральная модель «Win-Win» 116
4.5.8. Адаптированные модели жизненного цикла разработки ПО 119
5. **ФОРМАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ АИУС** 121
5.1 Структуризация целей 121
5.2 Особенности проектирования АИУС в соответствии с поставленными целями 125
5.3 Формализация параметров 127
6. **ПРОБЛЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В АИУС** 133
6.1. Общая характеристика задачи выбора решения по управлению в АИУС 133
6.2. Классификация задач принятия решения 138
6.3. Виды неопределённости задач принятия решения в АИУС 142
6.4. Формализация элемента принятия решения 145

6.5. Ценность информационного обеспечения АИУС 150
6.6. Процесс управления в АИУС, как процесс подготовки, принятия и реализации решений по управлению объектом 153
6.7. ИУС реального времени 161
7**. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АИУС** 163
Литература 167

Список сокращений

ПТАП - промышленная технология автоматизированного проектирования.

ВС - вычислительная сеть.

РБД - распределённые БД.

ЛБД - логические базы данных.

ЛБмД- логические базы метаданных.

ДОС - долговременные орбитальные станции.

АСУТП - автоматизированная система управления технологическими процессами.

СВТ - Средства вычислительной техники.

АИС - автоматизированные информационные системы.

БД - база данных.

СУБД - система управления базами данных.

АБД - автоматизированный банк данных.

ИПС - информационно- поисковые системы.

ОГАС - общегосударственная автоматизированная система.

ЛПР - лица принимающие решения.

УР - управленческое решение.

ЗУ - запоминающие устройства.

ЗПР - задача принятия решения.

СППР - система поддержки принятия решений.

СУ - система управления.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированные информационно-управляющие системы (АИУС) стали активно развиваться с начала 70-х годов. В конце 80-х годов были разработаны модели и методы синтеза оптимальных логических и физических структур локальных (ЛБД), сетевых (СБД) и распределённых (РБД) баз данных АИУС. В результате решения задач синтеза оптимальных логических ЛБД и СБД определяются: оптимальные характеристики логических структур ЛБД и СБД (состав и структуры логических записей и взаимосвязей, точки входа в структуры и другие характеристики), оптимальные структуры запросов и заданий на корректировки; оптимальные спецификации запросов и заданий на корректировки в архитектуре “клиент-сервер”. При синтезе логической структуры РБД группы данных канонической структуры РБД объединяются в типы логических записей и распределяются одновременно с локальными базами метаданных (ЛБмД) репозитария системы по узлам вычислительной сети (ВС).

Основными критериями эффективности синтеза логических структур РБД являются:

- минимум общего времени последовательной и параллельной обработки множества запросов пользователей, в том числе при наличии многопроцессорных серверов в отдельных узлах ВС;
- минимум общего времени последовательного выполнения множества транзакций;
- минимум стоимости функционирования корпоративной АИУС. Ограничениями задач синтеза являются:
- ограничения на число групп данных в составе логических записей и на длину формируемых логических записей;
- на количество синтезируемых логических записей и ЛБмД, размещаемых в узлах ВС;

- на требуемый уровень информационной безопасности системы и др.

В результате решения задач синтеза оптимальных логических структур РБД определяются:

- оптимальные характеристики логической структуры РБД (состав и структуры логических записей и взаимосвязей, структура размещения логических записей по серверам баз данных);
- структура размещения ЛБмД репозитария по серверам узлов ВС;
- оптимальные структуры реализации запросов и транзакций.

Результаты, полученные на этапе синтеза оптимальных логических структур ЛБД, СБД и РБД, используются в дальнейшем при синтезе физических структур БД и модульного прикладного программного обеспечения с учётом особенностей реализации SQL-запросов.

Промышленная технология автоматизированного проектирования (ПТАП) АИУС обеспечивает:

- минимизацию общей трудоёмкости и длительности разработки информационного и программного обеспечения информационно-управляющих систем;
- высокое качество и надёжность разработанных комплексов программ и их информационного обеспечения;
- унификацию технологии разработки информационного и программного обеспечения АИУС различного назначения;
- эффективное использование ресурсов памяти и производительности ЭВМ;
- возможность совместных действий разработчиков и пользователей в процессе проектирования АИУС.

Адаптируемость структуры и средств ПТАП к непрерывно меняющимся условиям функционирования АИУС обеспечивается за счёт их настройки на конкретную предметную область, осуществляемой посредством генерации, конфигурирования и параметризации её компонент.

Разработаны модели и методы анализа, синтеза и отладки оптимальных информационно-управляющих систем специального класса объектов – долговременных орбитальных станций (ДОС). На основе исследования ДОС как специального объекта управления разработаны модели, методы и инструментальные средства создания модульного программного и информационного обеспечения системы обработки данных реального времени для космических систем.

1. Общая характеристика автоматизированных информационно-управляющих систем (ИУС).

1.1. Понятие и содержание информационного обеспечения

Информационное обеспечение является составной частью более широкого понятия информационных процессов.

Информационное обеспечение чаще всего соотносится с организационно-управленческой и производственно-технологической сферой. Поэтому под информационным обеспечением будем понимать совокупность процессов сбора, обработки, храпения, анализа и выдачи информации, необходимой для обеспечения управленческой деятельности и технологических процессов.

Основополагающим в определении информационного обеспечения является понятие информации.

Термин информация происходит от латинского informatio — разъяснение, изложение. До середины нашего столетия информация трактовалась как сведения, передаваемые людьми устным, письменным или другим (знаками, техническими средствами) способом. После 50-х годов на фоне бурного развития средств связи и телекоммуникаций, возникновения и внедрения в различные сферы жизни электронно-вычислительной техники появились новые, расширенные трактовки понятия информация. Информацию в вероятностно-статистическом (или энтропийном) подходе стали трактовать как уменьшение степени неопределенности знания о каком-либо объекте, системе, процессе или явлении, или изменение неопределенности состояния самого объекта, системы, явления, процесса.

Известна также и широко используется философская, или точнее говоря, общенаучная трактовка понятия информации как изменение объема и структуры знания воспринимающей системы. При этом под воспринимающей системой понимается не только собственно сам человек или его производные (коллектив, общество), но и, вообще говоря, любая система, например биологическая клетка, воспринимающая при рождении генетическую информацию.

Существует еще и нормативно-правовая трактовка понятия информации, которая используется в законодательных актах, регламентирующих информационные процессы и технологии.

Как представляется, в контексте рассмотрения содержания информационно-аналитической сферы наиболее подходящим является объединение общенаучной и нормативно-правовой трактовки понятия информации. Поэтому в дальнейшем информацию будем понимать как изменение объема и структуры знания некоторой предметной области (лица, предметы, факты, события, явления, процессы) воспринимающей системой (человек, организационная структура, автоматизированная информационная система) независимо от формы и способа представления знания.

При рассмотрении понятия информационного обеспечения в контексте обработки информации, важное значение имеет понятие данных. От информации данные отличаются конкретной формой представления и являются некоторым ее подмножеством, определяемым целями и задачами сбора и обработки информации. К примеру, данные по сотрудникам какой-либо организации в виде формализованных учетных карточек кадрового подразделения содержат лишь некоторый перечень необходимых сведений (ФИО, год рождения, образование, семейное положение, должность и т. д.) в отличие от огромного количества сведений, характеризующих каждого конкретного человека. Поэтому определим данные как информацию, отражающую определенное состояние некоторой предметной области в конкретной форме представления и содержащую лишь наиболее существенные с точки зрения целей и задач сбора и обработки информации элементы образа отражаемого фрагмента действительности.

Таким образом, информация на стадии данных характеризуется определенной формой представления и дополнительной характеристикой, выражаемой термином структура.

Структура данных связана с понятием представления информации и определяется функциональной, логической, технологической и т. п. структурой той предметной области, информацию о ко-

торой содержат данные. Вместе с тем данные могут быть представлены и в неструктурированной форме, что предопределяет технологические особенности их накопления и обработки. Таким образом, можно выделить неструктурированную и структурированную форму представления данных.

В качестве примера неструктурированной формы можно привести:

• связный текст (т. е. документ на естественном языке - на литературном, официально - деловом и т. д.);

• графические данные в виде фотографий, картинок и прочих неструктурированных изображений.

Примерами структурированной формы данных являются:

• анкеты;

• таблицы;

• графические данные в виде чертежей, схем, диаграмм.

Способы сбора, анализа и обработки структурированных и неструктурированных данных существенно различаются. Наиболее развитыми в настоящее время, с точки зрения задач обработки и анализа информации, являются программные средства обработки структурированных данных, т. к. структуризацию можно считать первичной и наиболее трудно формализуемой и алгоритмизируемой обработкой.

В плане оперирования с информацией в процессах ее создания (порождения), сбора, выдачи и потребления важное значение имеет понятие документированной информации или просто документа. Можно сказать, что в большом количестве случаев информация предстает и фигурирует в образе документа, исключая ту часть информационных процессов, которые оперируют исключительно сданными, как, например, в автоматизированных системах управления технологическими процессами - АСУТП, где информация порождается в виде показаний датчиков (входные данные), обрабатывается, выдается и потребляется в виде управляющих сигналов (выходные данные) на технологическое оборудование.

Как и в случае с понятием самой информации, существует несколько трактовок термина документ - историческая, организационно-управленческая и нормативно-правовая трактовка.

Исторически документ понимался (и в определенных случаях понимается сейчас) как объект, средство, способ для удостоверения личности, прав собственности и т. д.

В организационно-управленческом смысле документ понимается как служебный или организационно-распорядительный документ, т. е. как форма и способ выражения организационно-управленческих решений и воздействий. В нормативно-правовом аспекте документ определяется как зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющими ее идентифицировать.

Для традиционного «бумажного» документа совокупность реквизитов, идентифицирующих конкретный документ, определяется соответствующими ГОСТами и руководящими документами по делопроизводству или отраслям технологической документации. Не вдаваясь в детали, отметим, что важнейшим реквизитом, идентифицирующим традиционные документы, является подпись должностного лица. Подобный подход для компьютерной информации в настоящее время развит в виде техники «электронных цифровых подписей», основанных на криптографических методах, также закреплен соответствующими ГОСТами и применяется в телекоммуникационных системах передачи данных. Вместе с тем такие особенности компьютерной формы информации, как возможность ее эталонного копирования (т. е. практически мгновенного и в любых количествах порождения полностью идентичных копий, экземпляров), делают процесс идентификации документов в компьютерной форме и в более широком смысле аспект юридического статуса документов в вычислительной среде сложной и до конца еще нерешенной проблемой.

Под документированием информации в широком смысле слова можно понимать выделение единичной смысловой части информации (данных) по некоторой предметной области в общей ее массе,

обособление этой части с приданием ему самостоятельной роли (имя, статус, реквизиты и т. п.). Основы информационного обеспечения процессов и систем ресурсы. Нормативно-правовая трактовка информационных ресурсов определяет их как «отдельные документы и отдельные массивы документов, документы и массивы документов в информационных системах (библиотеках, архивах, фондах, банках данных, других видах информационных систем)».

Таким образом, документирование информации подводит к одному из самых фундаментальных понятий в сфере информационного обеспечения — информационным системам. Так же как и для понятий информации и документа, понятие информационной системы многогранно и имеет несколько определений и подходов. В нормативно-правовом смысле информационная система определяется как «организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов)и информационных технологий, в том числе и с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы».

В технологическом плане аспект использования средств вычислительной техники (СВТ) в информационных системах и обеспечение на этой основе автоматизации решения каких-либо задач проявляется в близком термине автоматизированная система - «система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций.

Опыт, практика создания и использования автоматизированных информационных систем в различных сферах деятельности позволяет дать более широкое и универсальное определение, которое полнее отражает все аспекты их сущности. Под информационной системой в дальнейшем понимается организованная совокупность программно-технических и других вспомогательных

средств, технологических процессов и функционально-определенных групп работников, обеспечивающих сбор, представление и накопление информационных ресурсов в определенной предметной области, поиск и выдачу сведений, необходимых для

удовлетворения информационных потребностей установленного контингента пользователей - абонентов системы.

Исторически первыми видами информационных систем являются архивы и библиотеки. Им присущи все атрибуты информационной системы. Они обеспечивают в какой-либо предметной области сбор данных, их представление и хранение в определенной форме (книго-, архивохранилища, каталоги и т. д.), в них определяется порядок использования информационных фондов (т. е. определены абоненты, режимы и способы выдачи информации — абонементы, читальные залы и т. п.).

Информационные системы, в которых представление, хранение и обработка информации осуществляются с помощью вычислительной техники, называются автоматизированными, или сокращенно АИС. Автоматизированные информационные системы в настоящее время являются неотъемлемой частью современного инструментария информационного обеспечения различных видов деятельности и наиболее бурно развивающейся отраслью индустрии информационных технологий.

Таким образом, информационные системы являются основным средством, инструментарием решения задач информационного обеспечения, а соотношение понятий, связанных с информационным обеспечением, можно отобразить в виде схемы, приведенной на рисунке 1.1.

Технологическое и организационно-штатное воплощение информационного обеспечения в большинстве случаев осуществляется в трех формах:

- служба документационного обеспечения управления (СлДОУ);
- информационная служба;
- экспертно-аналитическая служба.



Рисунок 1.1. Схема понятий информационного обеспечения.

Традиционной организационно-штатной и технологической структурой является СлДОУ, которая в обобщенном виде реализует следующие функции:

• организация и обеспечение делопроизводства и документооборота;

• документационное обеспечение подготовки и осуществления управленческих решений через организацию и контроль разработки и согласования организационно-распорядительных и информационно-справочных документов;

• внутренний мониторинг (контроль реализации управленческих решений, оценка их результатов через контроль и отслеживание прохождения документов).

Информационная служба (отдел автоматизации, вычислительный центр и т. д.) в общем виде обеспечивает решение следующих задач:

• сбор недокументированной и документированной информации из внешних источников, необходимой для поддержки управленческих и технологических процессов;

• внешний мониторинг (выявление и анализ управленческих проблем, возникающих по внешним причинам);

• информационное оповещение и удовлетворение информационных потребностей управленческих и технологических структур;

• внутренний мониторинг (статистика, отчетность, оценка результатов деятельности).

Экспертно-аналитическая группа (группы советников, консультантов, так называемых аналитиков) привлекается для:

• анализа различных управленческих, производственных ситуаций;

• выработки альтернатив управленческих решений;

• прогнозирования последствий управленческих решений.

Структура информационного обеспечения определяется структурой (циклом) функционирования информационных систем.

В общем плане можно выделить следующие элементы цикла функционирования информационных систем:

• сбор информации;

• комплектование информацией;

• поиск и выдача сведений для абонентов системы;

• поддержание целостности, актуальности и сохранности информации.

Сбор информации представляет собой специальным образом организованный порядок и процесс получения и отбора информации, имеющей отношение к предметной области сведений информационной системы, и включает:

• получение информации;

• оценку относимости информации;

• организационные схемы, порядок отбора и фиксации информации.

Получение информации осуществляется через организацию и использование системы источников и каналов получения информации.

Оценка относимости информации к предметной области сведений информационной системы в некоторых случаях осуществляется автоматически (информация с датчиков в АСУТП), а в других случаях (системы обеспечения аналитических исследований, мониторинга социально-экономических или экологических процессов и т. п.) представляет сложную, многокритериальную классификационную задачу, слабо поддающуюся автоматизации и выполняемую специальной категорией работников.

Организационные схемы, порядок отбора и фиксации информации определяют организационную основу подсистемы сбора информации и обусловливаются характером и другими параметрами источников и каналов получения информации. Комплектование информационной базы в различных ее формах в общем плане включает предварительную обработку (рубрикацию, структуризацию) и занесение информации.

Характер предварительной обработки информации определяется формой представления входных данных (структурированная, неструктурированная), особенностями представления данных в информационной системе и может включать классификацию сведений по определенным рубрикам (делам), разделам и т. п. предметной области с целью накопления материалов определенного характера, или объединенных каким-либо признаком, фактором. Структуризация информации представляет процесс преобразования документи-

рованной информации (т. е. информации на естественном неформализованном языке - обычно это текст документа) в семантику АИС, т. е. в информационный язык представления данных, используемый в конкретной информационной системе.

Занесение данных в информационную систему заключается в добавлении новых сведений и, при необходимости, их отождествлении, слиянии и установлении взаимосвязи новых данных с ранее накопленными. Принципиальное значение при этом имеет вопрос идентификации новых данных с возможно уже имеющимися в системе.

Важным моментом при занесении новой информации является также установление ее логической взаимосвязи с ранее введенными данными. В некоторых видах АИС (информационно- поисковые) такая задача является одной из основных, так как позволяет искать и устанавливать не всегда очевидные связи между информационными объектами и категориями сведений информационной системы. Комплектование информацией в таких случаях неотделимо от обработки и выдачи информации.

В информационных службах, обеспечивающих создание и эксплуатацию информационных систем, сбор и комплектование информации осуществляют работники группы отбора («отборщики», «индексаторы»), квалификация которых помимо информационной должна включать также знание конкретной предметной области информационных систем.

Поиск и выдача данных включают установление специального организационно-технологического порядка удовлетворения информационных потребностей абонентов информационной системы в управленческой деятельности и технологических процессах.

Удовлетворение информационных потребностей осуществляется через периодический плановый поиск и выдачу сведений, оповещение и обработку запросов, выполняемую организационными структурами, организующими и эксплуатирующими информационную систему.

Периодический плановый поиск и выдача сведений осуществляются в целях обеспечения процессов организации, планирования и осуществления конкретного вида деятельности, т.е. в основном для информационного обеспечения организационно-управленческой деятельности. Данного рода задачи включаются в функции и обязанности информационных, информационно- аналитических и других информационно-обеспечивающих служб и заключаются, как правило, в формировании и выдаче статистических и сводных данных по периодически повторяющимся ситуациям в управленческой и производственной сфере.

Оповещение и обработка запросов представляют собой формы информационного обслуживания управленческих и производственно-технологических структур. Оповещение может осуществляться в форме инициативно-сигнального оповещения, объектового и планово-периодического оповещения. Объектовое оповещение обычно осуществляется через выдачу абонентам информационной системы любых новых данных по определенному объекту, тематике, событию и т. п., появляющихся в АИС из любых источников.

Планово-периодическое оповещение производится через выдачу абонентам всех новых данных, поступивших к определенному плановому сроку из всех источников в информационную систему по определенному объекту, тематике, событию, проблеме.

Обработка запросов и выдача по ним сведений является одной из основных функций информационных служб. Данная деятельность регламентируется по вопросам инициирования, санкционирования и формы подачи запросов, форм и способов выдачи информации по запросам, учета запросов и т. д. Поддержание целостности и сохранности информации, пересмотр, ревизия и отсеивание утратившей актуальность информации являются неотъемлемой функцией информационных подразделений, создающих и поддерживающих информационные системы. Данные задачи решаются категорией работников, называемых администраторами АИС. Администраторы обеспечивают создание и поддержание банков данных АИС, организацию разграничения доступа к ним, защиту информации от

несанкционированного доступа (НСД), ее резервирование и восстановление при разрушении или утрате ее целостности вследствие преднамеренных и непреднамеренных воздействий или ситуаций. Подобного рода задачи требуют высокой квалификации персонала и выполняются наиболее подготовленными информационными работниками.

Периодическая ревизия информации в банках данных АИС призвана проверить целостность (не нарушены ли внутренние взаимосвязи информационных объектов) и сохранность данных, а также удалить из АИС информацию, потерявшую свою актуальность.

Удаление информации из АИС, как и ее занесение в АИС, регламентируется специальными нормативно-инструктивными документами.

1.2. Основные классификационные признаки и классификация ИУС

В составе информационной системы можно выделить три подсистемы, представленные на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2. Состав и функциональные группы информационной системы.

Организационно-технологическая подсистема сбора информации обеспечивает отбор и накопление данных в информационную систему и включает совокупность источников информации, организационно-технологические цепочки отбора информации для накопления в системе. Без правильно организованной, оперативно и эффективно действующей организационно-технологической подсистемы сбора информации невозможна эффективная организация функционирования всей информационной системы в целом. Подсистема представления и обработки информации составляет ядро информационной системы и является отражением представления разработчиками и абонентами системы структуры и картины предметной области, сведения о которой должна отражать информационная система. Подсистема представления и обработки информации является одним из наиболее сложных компонентов при разработке информационной системы.

Нормативно-функциональная подсистема выдачи информации определяет пользователей, или иначе абонентов, системы, реализует целевой аспект назначения и выполнения задач информационной системы.

Информационным ядром (информационным фондом) подсистемы представления и обработки информации АИС, или, говоря иначе, внутренним носителем знаний в предметной области является база данных (БД). Понятие базы данных является центральным в сфере технологий автоматизированных информационных систем. Базы данных – это совокупность данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, независимая от прикладных программ.

Другим фундаментальным понятием, непосредственно связанным с АИС, является ***система управления базами данных*** (СУБД), которая по ГОСТу определяется как «совокупность программ и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных и обеспечения взаимодействия ее с прикладными программами». В настоящее время развитие СУБД

как специального вида программного обеспечения для создания и эксплуатации АИС приводит к более широким функциям СУБД. Ввиду этого в расширенном толковании СУБД можно определить как комплекс программных средств, реализующих создание баз данных, их поддержанием в актуальном состоянии, а также обеспечивающих различным категориям пользователей возможность получать из БД необходимую информацию.

Совокупность конкретной базы данных, СУБД, прикладных компонентов АИС (набор входных и выходных форм, типовых запросов для решения информационно-технологических задач в конкретной предметной области), а также комплекса технических средств, на которых они реализованы, образуют ***банк данных (БнД),*** или иначе ***автоматизированный банк данных (АБД)***. Таким образом, соотношение понятий БнД, СУБД и БД можно проиллюстрировать схемой, приведенной на рисунке 1.3.

По характеру представления и логической организации хранимой информации АИС разделяются на фактографические, документальные и геоинформационные. Фактографические АИС накапливают и хранят данные в виде множества экземпляров одного или нескольких типов структурных элементов {информационных объектов). Каждый из таких экземпляров структурных элементов или некоторая их совокупность отражают сведения по какому-либо факту, событию и т. д., отделенному (вычлененному) от всех прочих сведений и фактов. Структура каждого типа информационного объекта состоит из конечного набора реквизитов, отражающих основные аспекты и характеристики сведений для объектов данной предметной области. К примеру, фактографическая АИС, накапливающая сведения по лицам, каждому конкретному лицу в базе данных ставит в соответствие запись, состоящую из определенного набора таких реквизитов, как фамилия, имя, отчество, год рождения, место работы, образование и т. д. Комплектование информационной базы в фактографических АИС включает, как правило, обязательный процесс структуризации входной информации из документального источника. Структуризация при этом осуществляется че-

рез определение (выделение, вычленение) экземпляров информационных объектов определенного типа, информация о которых имеется в документе, и заполнение их реквизитов.

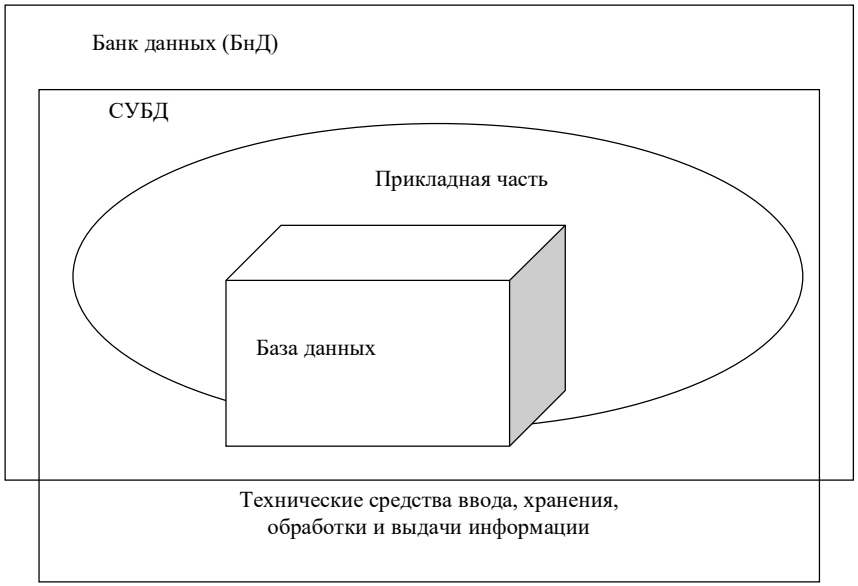


Рисунок 1.3. Соотношение понятий БнД, СУБД и БД.

В документальных АИС единичным элементом информации является нерасчлененный на более мелкие элементы документ и информация при вводе (входной документ), как правило, не структурируется, или структурируется в ограниченном виде. Для вводимого документа могут устанавливаться некоторые формализованные позиции—дата изготовления, исполнитель, тематика и т. д. Некоторые виды документальных АИС обеспечивают установление логической взаимосвязи вводимых документов - соподчиненность по смысловому содержанию, взаимные отсылки по каким-либо критериям и т. п. Определение и установление такой взаимосвязи представляет собой сложную многокритериальную и многоаспектную аналитическую задачу, которая не может в полной мере быть формализована. В геоинформационных АИС данные организованы в

виде отдельных информационных объектов (с определенным набором реквизитов), привязанных к общей электронной топографической основе (электронной карте). Геоинформационные системы применяются для информационного обеспечения в тех предметных областях, структура информационных объектов и процессов в которых имеет пространственно-географический компонент, например маршруты транспорта, коммунальное хозяйство и т. п.

Разработка и проектирование информационной системы начинаются с построения концептуальной модели ее использования. Концептуальная модель использования информационной системы определяет, прежде всего, круг конкретных задач и функций, обеспечиваемых созданием и эксплуатацией информационной системы, а также систему сбора, накопления и выдачи информации.

Поэтому другим критерием классификации АИС являются функции и решаемые задачи, основными из которых могут являться:

- справочные;
- поисковые;
- расчетные;
- технологические.

Справочные функции являются наиболее распространенным типом функций информационных систем и заключаются в предоставлении абонентам системы возможностей получения установочных данных на определенные классы объектов (Лица, Организации, Телефоны, Адреса и т. п.) с жестко или произвольно заданным набором сведений. Видами информационных систем, реализующих чисто справочные функции, являются всевозможные электронные справочники, картотеки, программные или аппаратные «электронные записные книжки» и их более развитые аналоги в виде т. н. персональных информационных систем.

Системы, реализующие поисковые функции, являются наиболее широко распространенным классом информационных систем, которые чаще всего называют информационно-поисковыми системами (ИПС). ИПС в общем виде можно рассматривать как некое

информационное пространство, задаваемое в терминах информационно-логического описания предметной области - «информационные объекты», «информационные связи ». Пользователям ИПС предоставляется возможность поиска и получения сведений по различным поисковым образам в таком информационном пространстве.

Расчетные функции информационных систем заключаются в обработке информации, находящейся в системе, по определенным расчетным алгоритмам для различных целей. К числу подобных задач относится вычисление определенных статистических характеристик и показателей по экземплярам различных типов объектов и отношений, данные по которым накапливаются в системе. Широко применяющейся разновидностью расчетных информационных систем являются различные системы автоматического проектирования, всевозможные бухгалтерские и финансово-экономические системы.

Технологические функции информационных систем заключаются в автоматизации всего технологического цикла или отдельных его компонент, какой-либо производственной или организационной структуры. К системам, обеспечивающим подобные задачи, относится широкий класс автоматизированных систем управления (АСУ, АСУ ТП). Другой разновидностью технологических информационных систем являются системы автоматизации документооборота.

Рассмотренная классификация автоматизированных информационных систем, как и всякая классификация, условна и на практике конкретная АИС может характеризоваться комплексным характером представления информации (например, являться фактографически-документальной системой) и решать комплекс справочных, поисковых, расчетных и технологических задач.

Классификация АИУС затруднена разнообразием объектов управления, на которых эти системы могут применяться.

Необходимо при классификации определить ***принцип управления объектом***. В системе управления можно выделить ***три***

принципа: отраслевой, территориально-отраслевой и территориальный. ***Принцип отраслевого управления*** положен в основу управления тяжелой промышленностью. ***Принцип территориально-отраслевого управления*** применяется в легкой промышленности и некоторых непромышленных отраслях. ***Принцип территориального управления*** характерен для управления министерствами, ведомствами, а также деятельностью исполнительных органов местного управления, также строят АИУС по территориальному признаку: город, область, республика, страна.

Следующий ***признак классификации - уровень иерархии в управлении,*** для которого применяется данная система. К таким уровням можно отнести: федеральный, областной, городской, районный для территориальных систем и отрасль, подотрасль, объединение, предприятие, производство, цех, участок, установка. В зависимости от уровня иерархии АИУС подразделяются на:

- автоматизированные системы управления технологическими процессами (**АСУТП**);
- автоматизированные системы управления предприятиями (**АСУП**);
- отраслевые АСУ (**ОАСУ**);
- общегосударственная автоматизированная система (**ОГАС**).

АСУП и ОАСУ должны быть совместимы по целевым функциям, методам обработки информации, техническим средствам. Важным признаком является функциональное назначение системы или ее место в общей организационной структуре управления. По функциональным признакам выделяют, например, автоматизированные системы плановых расчетов, материально - технического снабжения, государственной статистики; по производственному признаку - системы управления промышленными объектами, подготовкой производства и др.; по ресурсным признакам - системы управления объектами обеспечения различными ресурсами и услугами. В свою очередь, такие системы также могут быть многоуровневыми и подобно отраслевым и территориальным системам они входят в ОГАС.

По типу процесса, являющегося объектом автоматизации, можно рассматривать АИУС (***по назначению***):

- управления технологическими процессами (**АСУТП**);
- управления организационными процессами (**АСОУ**);
- проектирования (**АСПРО**);
- планирования и управления испытаниями (**АСПИ**);
- управления научно-техническим прогрессом (**АСУНТ**).

В современных условиях выделяют два основных типа АИУС: системы управления технологическими процессами, системы организационного управления, интегрированные (комплексные) системы. Первые имеют дело с технологическими процессами в широком смысле слова, вторые – с объектами экономической и социальной природы. В АСУТП основной формой передачи информации являются различные сигналы (электрические, механические, пневматические, оптические и др.). В системах управления организационными процессами основная форма передачи информации - документ. Слияние АСУТП и АСОУ дает единые интегрированные (комплексные) АСУ. В этих системах большая часть информации циркулирует в виде кодированных сигналов и специальных типов документов на машинных носителях записи.

По характеру производства различают АСУТП для непрерывных производств, для производств с дискретным технологическим циклом и для производств со смешанными, непрерывно-дискретными технологическими процессами. АСУТП первого типа создаются на предприятиях химической, энергетической, нефтеперерабатывающей и ряда других отраслей промышленности с непрерывными технологическими процессами.

Причем параметры процессов представляют собой также непрерывные величины (давление, температура, расход жидкости и пара, концентрация смеси компонент, влажность и т. п.), измеряемые датчиками главным образом с непрерывным выходным сигналом.

АСУТП второго типа внедряются на предприятиях машиностроительной, приборостроительной, радиотехнической, электро-

технической и других отраслей промышленности, где производство имеет дискретный характер. На таких предприятиях используется на рабочих местах универсальное оборудование, за каждым рабочим местом закрепляется множество операций; для дискретного производства присуще наличие большого количества изделий и деталей, отличающихся трудоемкостью изготовления, технологическими маршрутами, длительностью производственного цикла, а также дискретность параметров процессов. Дискретная информация о параметрах процессов формируется вручную с помощью документов (накладных, нарядов) и различных устройств ручного ввода цифровой и алфавитно-цифровой информации, а частично от датчиков.

К производствам непрерывно-дискретного типа относятся предприятия металлургической, цементной, пищевой и других отраслей промышленности.

Существует классификация АИУС ***по степени автоматизации процессов управления****:* информационно-справочные (АИС), системы обработки данных (АСОД) и собственно АСУ (советующие системы, способные автоматизированно вырабатывающие решения).

АИС осуществляет сбор, хранение и обработку информации, которая затем используется управленческим аппаратом для выработки и принятия решений.

1.3. Общая характеристика АИУС

Автоматизированная информационно-управляющая система (АИУС) – человеко-машинная система, основанная на комплексном использовании экономико-математических методов и технических средств автоматической обработки информации для решения задач управления функционированием (в том числе и производственно-хозяйственной деятельностью) объектов управления.

Интенсивное усложнение и увеличение масштабов производства, развитие экономико-математических методов управления,

внедрение вычислительных машин (ВМ) во все сферы производственной деятельности человека, обладающих большим быстродействием, гибкостью логики, значительным объемом памяти, послужили основой для разработки АИУС, которые качественно изменили технологию управления.

Рассмотрим упрощенную структурную схему переработки данных (рисунке 1.4). Из схемы следует, что этапы 1,2,3,4,8,9 содержат множество операций, которые не требуют участия человека и, следовательно, могут быть выполнены техническими средствами. Этапы же 5,6,7 требуют творческого участия человека в решении поставленных задач, этап 7 не может вообще быть выполнен без участия человека, так как предполагает правовую ответственность за принятое решение.

- Существенными признаками АИУС являются наличие больших потоков информации, сложной информационной структуры, сложных алгоритмов обработки информации. Общими свойствами и отличительными особенностями АИУС, как сложных систем, являются:
- наличие большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, при этом изменение функционирования какого-либо из элементов отражается на функционировании других и системы в целом;
- система и входящие в нее элементы в большинстве своем являются многофункциональными;
- взаимодействие элементов в системе может проходить по каналам обмена информацией, энергией, материальными объектами;
- наличие у всей системы общей цели функционирования, определяющей единство сложности и организованности, несмотря на все разнообразие входящих в нее элементов;
- изменение структуры (связей и состава системы), обеспечивающее многорежимный характер функционирования, возможность адаптации, как в структуре, так и в алгоритме функционирования;

- взаимодействие элементов в системе с внешней средой в большинстве случаев носит стохастический характер;
- управление в подавляющем большинстве АИУС носит иерархический характер, предусматривающий сочетание централизованного управления с автономностью ее частей.

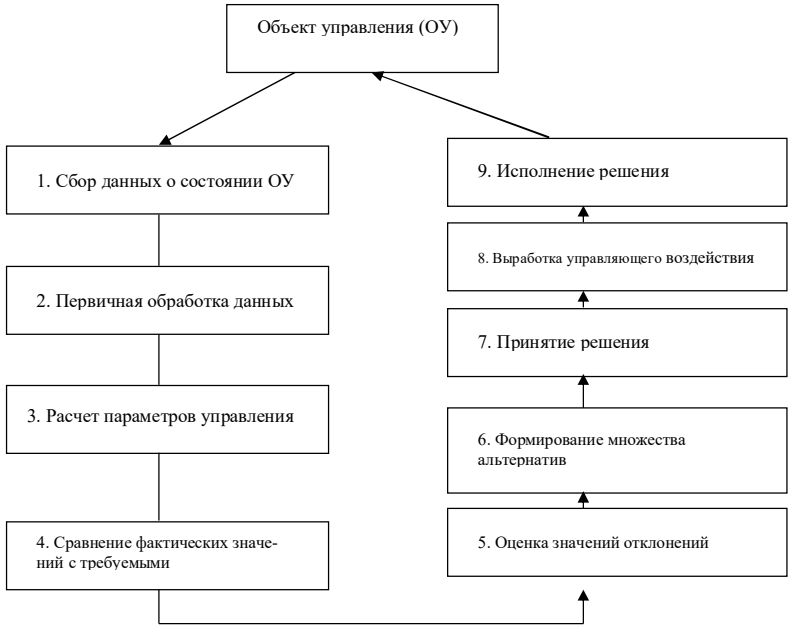


Рисунок 1.4. Упрощенная схема переработки данных в АИУС.

Особенностью современных АИУС является то, что любая промежуточная или окончательная информация может быть визуализирована, выведена на экран видеотерминала в виде текста, схем, графиков, диаграмм и других наглядных представлений. Задачи, решаемые в рамках АИУС различного назначения, более разнообразны и отличаются от задач систем автоматического управления (САУ).

Они могут быть подразделены на следующие группы:

1. Формирование входов системы, т.е. формулирование целей и нахождение тех факторов, которые в процессе функционирования

объекта управления целесообразно изменять, проверка исходной информации на новизну, полноту, непротиворечивость и пр.;

2. Анализ полученных решений по управлению и их проверка на соответствие условиям, совокупность которых конкретизирует поставленную цель управления. Анализу может предшествовать или сопутствовать нахождение (теоретически или экспериментально) свойств полученных решений, вычисление значений параметров, характеризующих эти решения, моделирование решений на ВМ, для имитации будущих условий функционирования объекта управления АИУС и пр.

3. Оптимизация, т.е. нахождение (в заранее обусловленном смысле) решений. Это означает, что решение должно удовлетворять набору ограничительных условий и обусловливать наибольшее (либо наименьшее) значение критерия оптимальности.

4. Автоматизированная подготовка всех графических и текстовых документов.

Первая группа задач в отличие от остальных по принципиальным соображениям не может быть полностью формализована. Современные АИУС базируются на информационной технологии, которая отличается от технологии САУ.

Для АИУС характерны:

- Объектно - ориентированнный подход к формированию и использованию технического, информационного, программного обеспечения АИУС;
- Сквозная информационная поддержка на всех этапах обработки информации на основе интегрированной базы данных и знаний, предусматривающей единую унифицированную форму представления, хранения, поиска, отображения, восстановления и защиты информации;
- Интерактивный режим решения задачи, когда работы осуществляются в режиме диалога с ВМ.

Эта технология предъявляет высокие требования к интеллектуальному уровню, психологической и профессиональной подготовке специалиста, который должен не только понимать основные

принципы работы АИУС, но и хорошо знать ее возможности, уметь свободно пользоваться средствами общения с ВМ, постоянно успевать ставить задачи и осмысливать результаты их решения.

В АИУС важной проблемой является проблема управления деловой информацией, решением которой занимается система управления электронными документами и система автоматизации деловых процессов.

Электронным документооборотом называется система манипулирования служебными электронными документами в стандартизованной форме и на основе принятых в системе регламентов.

Под служебным электронным документом понимается записанное на машинном носителе электронное сообщение, реквизиты которого оформлены в соответствии с нормативными требованиями.

Электронные документы могут иметь различную форму представления: текс, графика, табличные данные, звуковая и видеоинформация, мультимедийная и т.д.

Основные требования к системе электронного документооборота:

- Соответствие требованиям стандартов и системы документации;
- Рассредоточенность обработки документов (возможность работы в территориально-распределенной системе управления);
- Масштабируемость (способность расширения системы);
- Модульность построения (наличие логически выделенных, относительно независимых частей системы, способных локально выполнять закрепленные за ними функции).

В системах электронного документооборота осуществляется:

- Поддержание электронных документов в виде файлов на машинном носителе;
- Управление электронными документами;
- Передача электронных документов по сети;
- Групповая работа над электронными документами;

• Управление информационным потоком при сложных многошаговых алгоритмах работы с электронными документами.

Технологическая документация на предприятии должна оформляться в соответствии со стандартом «Единая система технологической документации» форма и правила оформления документов общего назначения отражены в ГОСТ 3.1105-84, специального назначения – в ГОСТ 3.1122-84, общие правила выполнения графических технологических документов – в ГОСТ 3.1128-93.

Общие правила выполнения текстовых технологических документов в ГОСТ 3.1127-93, общие требования к формам и бланкам документов – в ГОСТ 3.1130-93. Проектно-конструкторская документация должна соответствовать стандарту «Единая система конструкторской документации».

Общие требования к применяемым в этой области текстовым документам отражены в ГОСТ 2.105-95, формы и правила выполнения ведомостей, расчетов – в ГОСТ 2.106-96, основные требования к чертежам – в ГОСТ 2.109-73, основные требования к ТУ - в ГОСТ 2.114-95, основные требования к схемам – в ГОСТ 2.701-84, основные требования к спецификации – в ГОСТ 2.108-68.

Оформление управленческой документации осуществляется в соответствии с ГОСТ 6.105-87 («Требования к построению формуляра - образца»). Программная документация подчиняется стандарту «Единая система программной документации».

Общие требования к программным документам описаны в ГОСТ 19.105-78, требования к программным документам, выполненным печатным способом в ГОСТ 19.106-78, форма и порядок составления спецификации в ГОСТ 19.202-78, форма и порядок составления текстов программ в ГОСТ 19.401-78, форма и порядок составления текстов программ в ГОСТ 19.401-78, форма и порядок составления описаний программ в ГОСТ 19.402-78.

Основные операции управления электронными документами можно объединить в три основные группы: создание документов, их хранение и манипулирование ими.

Техническими средствами создания документов являются персональные компьютеры, оснащенные сканером и набором проблемно-ориентированных программных приложений. Хранение осуществляется в (FoxPro, SQL, MS-Access и др.).

Манипулирование электронными документами предусматривает решение следующих задач:

- Хранение документов различного формата и форм представление;
- Работа с версиями документа, сложными многокомпонентными и многоформатными документами и вложениями;
- Контроль исполнения документов;
- Электронное распространение электронных документов;
- Поиск электронных документов по различным критериям;
- Сохранение истории работы с электронными документами;
- Распечатка и тиражирование электронных документов;
- Ведение архивов электронных документов;
- Ограничение прав доступа к электронным документам.

Лидером программного обеспечения системы электронного документооборота является Microsoft Office. Используя программные средства можно обеспечить:

- Обработку входящей и исходящей информации;
- Создание и редактирование электронного документа;
- Сбор и анализ данных (например, отчетности) с наглядным представлением в виде графиков, диаграмм и т.п.;
- Хранение электронных документов в базе данных с удобным поиском и доступом;
- Маршрутизацию и рассылку электронных документов по электронной почте и системам факсимильной связи;
- Выполнение функций электронного секретаря и диспетчеризации прохождения документов;
- Форматирование и распечатку электронных документов и др.;
- Контроль перемещения и исполнения документов, видов доставки, файлов, используемых в документообороте;

• Поддержка текстовых, рукописных, графических документов, факсов, телефонограмм, телеизображений.

Существующие автоматизированные системы управления деловыми процессами позволяют:

• Описывать в терминах движения электронной документации деловые процессы,

• Осуществлять их координацию друг с другом и реакцию на события (выполнять маршрутизацию);

• Моделировать деловые процессы;

• Контролировать выполнение деловых процессов;

• Устанавливать права доступа к деловым процессам;

• Определять срок выполнения операций и другие атрибуты деловых процессов.

Как правило, в состав этих систем входят:

• АРМ руководителя;

• АРМ администратора – работника, отвечающего за организацию документооборота, формирование списка пользователей и определение их полномочий, ведение классификатора процессов и т.д.;

• АРМ пользователя – работника, непосредственно выполняющего процедуры создания, редактирования, сохранения и обработки электронных документов;

• АРМ делопроизводителя – работника, осуществляющего контроль выполнения распоряжений и приказов;

• АРМ архивариуса – работника ведущего архив и обеспечивающего выполнение всех операций по хранению, систематизации, обеспечению доступа и т.д.;

• АРМ оператора – работника, осуществляющего оформление, корректировку и другие операции с электронными документами.

1.4. Подсистемы АИУС

АСОУ состоит из функциональной и обеспечивающей частей, как показано на рисунке 1.4.1.

Среди обеспечивающих подсистем АИУС выделяют следующие виды:

1. Информационное обеспечение.
2. Лингвистическое обеспечение.
3. Техническое обеспечение.
4. Математическое обеспечение.
5. Программное обеспечение.
6. организационное обеспечение.
7. Правовое обеспечение.

Информационное обеспечение АИУС представляет собой совокупность данных, языковых средств описания данных, методов организации, хранения, накопления и доступа к информационным массивам, обеспечивающих выдачу всей информации, необходимой в процессе решения функциональных задач и справочной информации пользователям АИУС. Данные систематизируют в специальные массивы - информационную базу АИУС. В состав информационной базы входят:

- нормативные и справочные данные, составляющие информационный базис системы;

- текущие сведения о состоянии управляемых объектов;

- текущие сведения, поступающие извне и требующие ответной реакции системы или влияющие на алгоритмы выработки решений;

- накапливаемые учетные и архивные сведения, необходимые для планирования и развития.

Поступающие в систему текущие сведения называют оперативной информацией. Средства формализованного описания данных предназначены для эффективного поиска и идентификации необходимых данных в массивах, а также для организации доступа к данным внешних абонентов АИУС. Эти средства включают в себя используемые системы классификации и кодирования объектов и информационных языков для описания запросов к информационной базе и ответов системы. Контролируют входные данные и ведение информационной базы - программные средства. В качестве таких

средств обычно выступают системы управления базами данных (СУБД).



Рисунок 1.4.1. Структура АИУС.

Основные элементы системы информационного обеспечения АИУС - информационные массивы, предназначенные для постоянного или временного хранения информации.

Необходимость в организации информационных массивов в системах информационного обеспечения АИУС:

- несовпадением моментов поступления информации с моментами ее потребления;

- необходимостью хранения исходной информации, промежуточных и окончательных результатов в процессе исполнения программ и других процедур преобразования информации;

- использованием одних и тех же данных различными процедурами, выполняемыми как параллельно, так и последовательно;

- многократным длительным использованием некоторых данных различными процедурами.

Основные требования к информационному обеспечению:

- полнота отображения и достоверность информации;

- высокая эффективность методов и средств сбора и хранения, накопления, обновления, поиска и выдачи данных;

- одноразовый ввод информации, многократное и многоцелевое использование информации;

- простота и удобство доступа к данным информационной базы;

- ввод и накопление в информационной базе данных с минимумом дублирования;

- организация эффективной системы документооборота;

- развитие информационного обеспечения путем наращивания данных и организации новых связей и проектирования более совершенных методов и способов обработки информации;

- регламентация доступа к данным с различным уровнем доступа, а также времени хранения документированной информации.

Лингвистическое обеспечение АИУС - совокупность научно-технических терминов и других языковых средств, используемых в автоматизированных системах управления, а также правил формализации естественного языка, включая методы сжатия и развертывания текстов.

Техническое обеспечение АИУС – это комплекс технических (аппаратных) средств (КТС), предназначенных для работы АИУС.

Комплекс технических средств в АИУС составляют:

1. Компьютеры различных моделей
2. Устройства сбора, накопления, обработки передачи и вывода управляющей информации
3. устройства передачи данных и линии связи (телекоммуникации)

4. организационная техника и устройства автоматического съема информации.

5. эксплуатационные (расходные материалы).

Документацией оформляют предварительный выбор технических средств, а также организация их эксплуатации, технологический процесс обработки данных, технологическое оснащение.

Документацию ТО АИУС можно подразделить на следующие группы:

- общесистемная документация, включающая государственные и отраслевые стандарты по ТО АИУС.

- специализированная документация, содержащая комплекс методических указаний по всем этапам разработки ТО АИУС.

- нормативно – справочная документация, не пользуемая при выполнении расчетов по ТО АИУС.

Существуют 2 основные формы организации ТО АИУС:

1. централизованное

2. частично или полностью децентрализованное.

Централизованное ТО АИУС базируется на использовании в ИУС больших ЭВМ и вычислительных центров.

Децентрализация технических средств АИУС предполагает реализацию функциональных подсистем АИУС на ПК непосредственно, на АРМ проектов АИУС.

Перспективным подходом к использованию ТО АИУС является частично децентрализованный подход, т.е. организация ТО АИУС на базе распределенных информационных сетей, состоящих из ПК на АРМ и большой ЭВМ для хранения БД общих для любых функций и подсистем, проектируемой АИУС.

К техническим требованиям ЭВМ отнесены требования: к оперативной памяти ПЭВМ; к классу процессора; к дисковой подсистеме (минимальный объем памяти, необходимый для установки и нормальной работы СУБД). Оценивается наличие справочной информации, ее качество и количество, а также удобство программирования в среде данной СУБД. При оценке простоты освоения обращают внимание на организацию диалога системы СУБД с разработчиком, а также время подготовки, необходимое для начала программирования в данной СУБД.

Под комплексом технических средств (КТС) понимают совокупность взаимосвязанных автономных технических средств фиксации, сбора, подготовки, накопления, обработки, вывода и представления информации и устройств управления ими, а также средств организационной техники, предназначенной для решения задач АИУС. В КТС АИУС выделяют центральную часть, состоящую из нескольких ЭВМ, и периферийную - внешние ЭВМ и другие устройства, которые обмениваются информацией с центральной частью. Периферийный пункт состоит из персональных ЭВМ более низкого ранга и обслуживающих внешних устройств. Задачи КТС АИУС:

- автоматизация потоков информации от формирования управления до отображения результатов управления и их обработки;

- решение всего комплекса задач в подсистемах АИУС;

- подготовка и передача информации в информационно - управляющие системы более высокого уровня;

- контроль передаваемой информации.

К техническим требованиям, предъявляемым к КТС, относятся:

реализуемость; гибкость структуры; надежность. К экономическим требованиям относятся минимальная стоимость КТС и минимальная стоимость обслуживания КТС. При разработке КТС решается задача синтеза так, чтобы построить КТС из заданных элементов при заданном критерии эффективности функционирования. Эта задача не имеет строгого математического решения и может быть решена методами моделирования.

Обоснование выбора КТС. Для обоснования выбора комплексов и элементов КТС применены следующие методы:

- оценка, основанная на сравнении технических параметров устройств;

- оценка на основе комбинации команд;

- оценка на основе вычислительных работ;

- моделирование.

ЭВМ выбирают путем сопоставления таких параметров, как время обработки (быстродействие), емкость оперативной памяти, время выполнения арифметических операций и т.д., но при такой оценке не учитываются параметры периферийного оборудования, скорость передачи данных между отдельными устройствами, информационная избыточность, вводимая в передаваемые данные, ненадежность отдельных устройств.

Более объективно выбираются устройств ЭВМ по методу оценки по типовым работам. Работа должна отражать те реальные загрузки, которые возникнут при функционировании системы. К типовым работам относятся обновление информационных массивов, сортировка данных, решение типовых задач и т. д.

В многомашинном комплексе АИУС операционная система автоматически распределяет работу ЭВМ, а в случае отказа одного процессора перераспределяет работы. Отказы в работе отдельных устройств ЭВМ, а также заявки потребителей на пользование вычислительными средствами носят случайный характер. Включение каналов обмена информацией с соседними системами и помехи, действующие на каналы передачи, носят вероятностный характер. Расчеты, связанные с выбором КТС, следует производить с учетом этих вероятностных характеристик. Для расчета параметров КТС создается модель, в которой в качестве аргументов выступают величины, характеризующие потоки входной информации, алгоритмы обработки информации, алгоритмы функционирования подсистем, алгоритмы функционирования операционных систем АИУС, характеристики хранимой информации; характеристики надежности, характеристики методов повышения помехоустойчивости передачи данных.

После составления адекватной модели, отображающей взаимосвязь этих величин, и возможности структурной перестройки, она оптимизируется по одному или нескольким параметрам эффективности. Результаты оптимизации - значения обобщенных рабочих параметров, на основании которых выбирается тип оборудования и

его количество, а также информационно - логическая связь в КТС. На основании разработанной модели обеспечиваться возможность не только первоначального выбора параметров системы, но и расчета этих параметров в дальнейшем при развитии системы.

Основой построения модели является организационная структура АИУС, представленная в виде графа, дуги которого утяжелены весами, семантическим смыслом которых является расстояние между объектами, объем передаваемой информации и т.д.

Программное обеспечение включает совокупность программ для реализации задач, обеспечивающих функционирование комплекса технических средств АСУ. Программное обеспечение дает возможность реализовать на ЭВМ методы, алгоритмы и модели.

Поэтому возможности АСОУ во многом определяются программным обеспечением системы.

Совокупность математических моделей, методов и алгоритмов для решения задач и обработки информации с применением вычислительной техники составляет математическое обеспечение.

В состав **математического обеспечения АИУС** входят математические методы и модели, позволяющие осуществлять выбор оптимальных решений.

В решении задач управления производством активную роль осуществляет функциональная часть АСОУ и входящие в ее состав подсистемы. Именно они представляют собой способы отражения закономерностей развития и функционирования производства и методы воздействия на ход выполнения плана.

Математическое и программное обеспечение определяют возможности и диапазон использования вычислительной техники и другого оборудования в АИУС. Так как математическое и программное обеспечение дороже, чем стоимость всего комплекса технических средств, то в АИУС применяют средства унификации программирования, в частности типовые алгоритмы, программы задач, пакеты прикладных программ и т.д.

В практике разработки АИУС обычно математическое, лингвистическое и программное обеспечение называют математическим

обеспечением. Математическое обеспечение в значительной степени определяет эффективность функционирования АИУС. Системные свойства современных ЭВМ, такие, как программная совместимость, модульность построения, мощное системное программное обеспечение, обеспечивают эффективность построения и эксплуатации АИУС.

Математическое обеспечение делят на три части: математическое обеспечение ЭВМ или внутреннее; специальное математическое обеспечение, или внешнее; программные средства обработки данных.

Внутреннее обеспечение включает в себя операционные системы (ОС), системы программирования и тесты проверки исправности работы устройства ЭВМ. ОС это набор программных средств, управляющих процессом решения задач.

ОС семейства Windows компании Microsoft сочетают соотношения цены и качества, а также имеют большое количество встроенных пакетов прикладных программ, большое количество вспомогательных утилит, для обеспечения работоспособности периферийного оборудования и широкий набор настроек конфигурации. В качестве бесплатно распространяемых ОС рекомендуются системы семейства Unix. Данные ОС имеют более сложный механизм настройки, однако поддерживают открытую архитектуру.

Система программирования предназначена для автоматизации процесса программирования задач и включает в себя трансляторы алгоритмических языков различных уровней и типов и обслуживающие программы. В настоящее время получили распространение пакеты прикладных систем программирования:

Delphi компании Borland, реализованный на концепции языка Object Pascal, CBuilder, Visual C++ , реализованный на концепции языка C++, Visual Basic, реализованный на концепции языка Basic и др. Они обладают унифицированными средствами создания больших программных продуктов и имеют широкий набор дополнительных компонентов, постоянно расширяющих возможности языка.

Внешнее обеспечение - это комплекс программ для типовых процессов обработки ввода-вывода данных, контроля, сортировки, корректировки информации, а также программы общего назначения для решения задач АИУС, т.е. подсистемы и АРМы. Основой внешнего программного обеспечения является СУБД.

При выборе математического обеспечения АИУС учитывается территориальная распределенность объектов управления. Сбор и обработка данных осуществляются с помощью системы телеобработки данных. Телеобработка данных включает в себя технические и программные средства. Большие объемы информации, поступающей по каналам связи, требуют создания и использования специальных программ для их обработки.

Часть задач нижних уровней, связанных с передачей информации по каналу передачи информации берет на себя ОС и сетевые утилиты. Оставшаяся часть задач нижних уровней делят между собой СУБД и прикладные программные продукты АИУС. Выбор СУБД связан с назначением задачи, характером и объемом используемой информации.

Основными требованиями, предъявляемыми к СУБД являются:

- максимальное количество пользователей; максимально допустимый размер базы данных; степень защищенности данных;
- степень надежности данных; поддерживаемые ОС;
- цена.

Организационное обеспечение АИУС – это совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие разработчиков АИУС с ТС – ми, а также между собой в процессе разработки и эксплуатации АИУС.

ОО АИУС выполняет следующие функции:

1. анализ существующей СУ организацией, где будет использоваться разработанная АИУС, а также выявление задач подлежащих автоматизации.

2. подготовка задач управления к решению на компьютере включает ТЗ на проектирование АИУС и техника - экономическое обоснование эффективности ее использования.

3. разработка УР по составу и структуре организации методологии решения задач управления, направленных на повышение эффективности СУ.

ОО АИУС создается по результатам предпроектного обследования на 1-м этапе построения БД и учитывает все возникающие противоречия для решения их в процессе проектирования АИУС.

Правовое обеспечение (ПрО) АИУС – это совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и функционирование ИУС, а также, регламентирующих порядок получения, преобразования и использование управляющей информации.

В состав Про АИУС входят:

- законы,

-указы,

-постановления государственных органов власти,

-приказы,

-инструкции и другие нормативные документы министерств и агентств, а также организации листингов органов власти.

ПрО АИУС включает:

- общую часть, регулирующую функционирование любой информационной системы;

-локальную часть, регулирующую функционирование конкретных СУ.

ПрО этапов разработки АИУС включает: нормативные акты, связанные с договорными отношениями разработчика и заказчика АИУС и правовым регулированием отклонений от договора.

ПрО этапа функционирования АИУС включает:

1. статус (название и обработки применения) АИУС

2. права, обязанности и ответственность обслуживающего персонала АИУС;

3. правовые положения отдельных видов процессов управления.

4. порядок создания и использования упрощающей информации.

Вопросы защиты информационных ресурсов самым тесным образом связаны не только с решением научно-технических проблем, но и с вопросами правового регулирования отношений в процессе информатизации. Необходимость организационно-правового обеспечения защиты информации вытекает из факта признания за информацией статуса товара, продукта общественного производства, установления в законодательном порядке права собственности на информацию.

Такая постановка вопроса приобретает особый смысл и характер в условиях демократизации общества, формирования рыночной экономики, включения нашего государства в мировое экономическое сообщество. Если решение вопросов развития производственной базы создания средств информатики в какой-то мере можно осуществить с использованием рыночных структур и отношений, то разработка и внедрение законодательной базы информатизации невозможны без активной государственной информационной политики, направленной на построение по единому замыслу организационно-правового механизма управления информационными процессами, увязанного с научно-технической базой информатизации.

Организационно-правовое обеспечение является многоаспектным понятием, включающим законы, решения, нормативы и правила. Причем, применительно к защите информации, обрабатываемой в автоматизированной системе, оно имеет ряд принципиальных специфических особенностей, обусловленных следующими обстоятельствами:

- представлением информации в непривычной и неудобочитаемой для человека двоичной форме;
- использованием носителей информации, записи на которых недоступны для простого визуального просмотра;
- возможностью многократного копирования информации без оставления каких-либо следов;

• легкостью изменения любых элементов информации без оставления следов типа подчисток, исправления и т.п.;

• невозможностью традиционного скрепления документов традиционными подписями со всеми нормативно-правовыми аспектами этих подписей;

• наличием большого числа нетрадиционных дестабилизирующих факторов, оказывающих влияние на защищенность информации.

Исходя из приведенных обстоятельств, комплекс вопросов, решаемых организационно-правовым обеспечением, может быть сгруппирован в три класса:

• организационно-правовая основа защиты информации в АС;

• технико-математические аспекты организационно-правового обеспечения;

• юридические аспекты организационно-правового обеспечения защиты.

Из практических соображений ясно, что организационно-правовая основа защиты информации должна включать:

• определение подразделений и лиц, ответственных за организацию защиты информации;

• нормативно-правовые, руководящие и методические материалы (документы) по защите информации;

• меры ответственности за нарушение правил защиты;

• порядок разрешения спорных и конфликтных ситуаций по вопросам защиты информации.

Под технико-математическими аспектами организационно-правового обеспечения понимается совокупность технических средств, математических методов, моделей, алгоритмов и программ, с помощью которых в автоматизированных системах могут быть соблюдены все условия, необходимые для юридического разграничения прав и ответственности относительно регламентов обращения с защищаемой информацией. Основными из этих условий являются следующие:

• фиксация на документе персональных идентификаторов («подписей») лиц, изготовивших документ и (или) несущих ответственность за него;

• фиксация (при любой необходимости) на документе персональных идентификаторов («подписей») лиц, ознакомившихся с содержанием соответствующей информации;

• невозможность незаметного (без оставления следов) изменения содержания информации даже лицами, имеющими санкции на доступ к ней, т.е. фиксации фактов любого (как санкционированного, так и несанкционированного) изменения информации;

• фиксация факта любого (как несанкционированного, так и санкционированного) копирования защищаемой информации.

Под юридическими аспектами организационно-правового обеспечения защиты информации в автоматизированных системах понимается совокупность законов и других нормативно-правовых актов, с помощью которых достигаются следующие цели:

• устанавливается обязательность соблюдения всеми лицами, имеющими отношение к автоматизированным системам всех правил защиты информации;

• узакониваются меры ответственности за нарушение правил защиты;

• узакониваются (приобретают юридическую силу) технико-математические решения вопросов организационно-правового обеспечения защиты информации;

• узакониваются процессуальные процедуры разрешения ситуаций, складывающихся в процессе функционирования системы защиты.

Таким образом, вся совокупность вопросов, возникающих при решении проблем организационно-правового обеспечения, может быть представлена в виде схемы, приведенной на рисунке 1.4.1.



Рисунок 1.4.1. Общее содержание организационно-правового обеспечения защиты информации.

Функциональная часть АИУС представляет совокупность подсистем, в которых с помощью комплекса экономических и организационных методов, посредством указанных выше видов обеспечения осуществляется решение конкретных задач планирования, учета, анализа, принятия и реализации управленческих решений.

Конкретный набор подсистем функциональной части зависит от специфики организации, для которой разрабатывается автоматизированная система управления, от назначения АСУ, уровня управления и других факторов. Функциональные подсистемы соответствуют отдельным функциям управления и включают задачи, относящихся к реализации этих функций (например, подсистема планирования, контроля, учета и т.д.). Под производственно-ресурсными подсистемами понимают подсистемы, обеспечивающие процесс управления ресурсами (например, подсистема управления материально-техническим снабжением, подсистема управления кадрами, подсистема управления машинами и механизмами и т. д.).

2. КЛАССЫ СТРУКТУР АИУС

В сфере производства с позиций управления выделяют следующие основные классы структур систем управления: децентрализованную, централизованную, централизованную рассредоточенную и иерархическую.

Децентрализованная структура (Рисунок 2.1, а). Построение системы с такой структурой эффективно при автоматизации технологически независимых объектов управления по материальным, энергетическим, информационным и другим ресурсам. Такая система представляет собой совокупность нескольких независимых систем со своей информационной и алгоритмической базой.

Для выработки управляющих решений для каждого объекта управления необходима информация о состоянии только этого объекта.

Централизованная структура (Рисунок 2.1., б) осуществляет реализацию всех процессов управления объектами в единой управляющей системе, которая осуществляет сбор и обработку информа-

ции об управляемых объектах и на основе их анализа в соответствии с критериями системы вырабатывает управляющие решения. Появление этого класса структур связано с увеличением числа контролируемых, регулируемых и управляемых параметров и, как правило, с территориальной рассредоточенностью объекта управления.

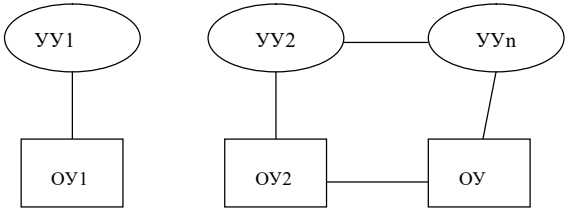


Рисунок 2.1, а

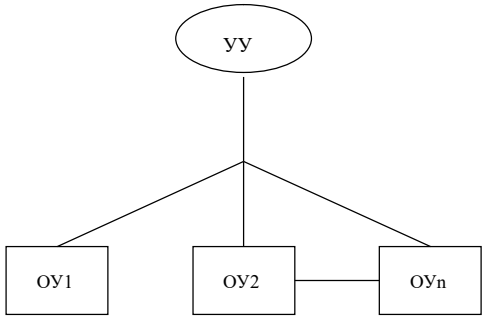


Рисунок 2.1, б.

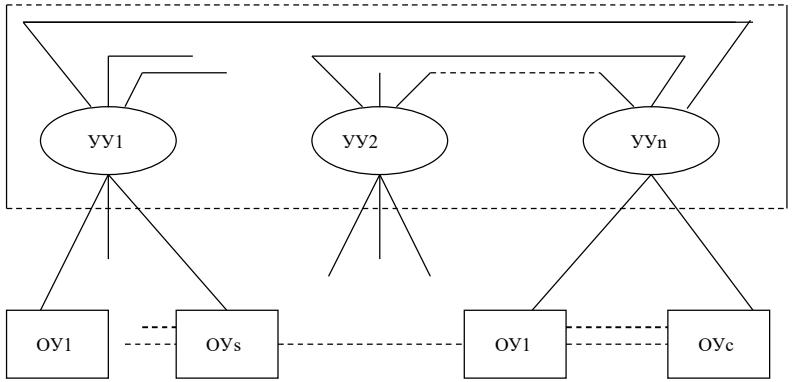


Рисунок 2.1, в.

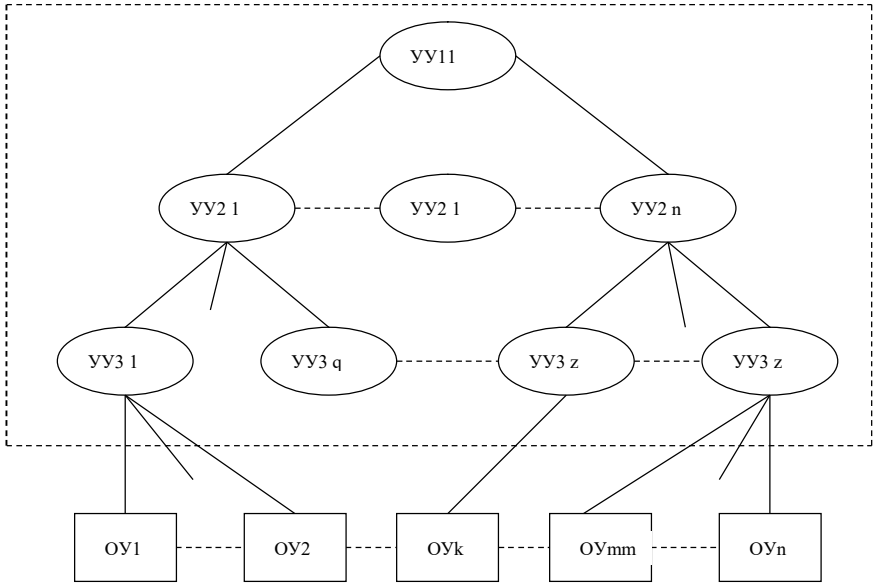


Рисунок 2.1,г.

Рисунок 2.1. Основные классы структур систем управления: а - децентрализованная, б - централизованная, в - централизованная рассредоточенная структура, г – иерархическая, УУ – устройство управления, ОУ – объект управления.

Достоинство централизованной структуры является достаточно простая реализация процессов информационного взаимодействия; принципиальная возможность оптимального управления системой в целом; достаточно легкая коррекция оперативно изменяемых параметров объекта управления, возможность достижения максимальной эффективности функционирования программных и технических средств АИУС при минимуме затрат на их приобретение и содержание.

Недостатки централизованной структуры следующие: необходимость высокой надежности и производительности технических и программных средств для достижения приемлемого качества управления, высокая протяженность каналов связи при наличии значительной территориальной рассредоточенности объектов управления. Некоторые функциональные устройства АИУС являются общими для всех каналов системы управления и с помощью коммутаторов подключаются к индивидуальным устройствам канала, образуя замкнутый контур управления.

Алгоритм управления в этом случае состоит из совокупности алгоритмов управления объектами, которые реализуются совокупностью взаимосвязанных блоков управления.

В процессе функционирования каждый управляющий блок управления производит прием и обработку соответствующей информации, а также выдачу управляющих решений на подчиненные объекты. Для реализации функций управления каждый локальный блок по мере необходимости вступает в процесс информационного взаимодействия с другими блоками управления.

Достоинства такой структуры: снижение требований к производительности и надежности каждого центра обработки и управления без ущерба для качества управления, снижение суммарной протяженности каналов связи.

Недостатки такой структуры: усложнение информационных процессов в системе управления из-за необходимости обмена данными между центрами обработки и управления, а также корректировки хранимой информации, избыточность технических и про-

граммных средств, предназначенных для обработки информации; сложность синхронизации процессов обмена информацией.

Иерархическая структура (Рисунок 2.1, г).

С ростом числа задач управления в сложных системах значительно увеличивается объем перерабатываемой информации и повышается сложность алгоритмов управления. В результате чего осуществлять управление централизованно невозможно, т.к. имеет место несоответствие между сложностью управляемого объекта и способностью любого управляющего блока получать и перерабатывать информацию.

В таких системах можно выделить следующие группы задач, каждая из которых характеризуется соответствующими требованиями по времени реакции на события, происходящие в управляемом процессе; задачи сбора данных с технического (технологического) объекта управления и прямого управления и прямого управления (время реакции-секунды, доли секунды0; задачи экстремального управления, связанные с расчетами желаемых параметров управляемого процесса и требуемых уставок регуляторов, с логическими задачами пуска и остановки агрегатов и др. (время реакции – секунды, минут); информационные задачи для административного управления; задачи диспетчеризации и координации в масштабах цеха, предприятия; задачи прогнозирования, планирования и др. (время реакции - часы).

Иерархия задач управления приводит к необходимости создания иерархической системы управления. Такое разделение, позволяя справится с трудностями переработки информации для каждого управляющего блока, порождает необходимость согласования принимаемых в этих блоках решений, т.е. создание нового над ними управляющего блока. На каждом уровне должно быть обеспечено максимальное соответствие характеристик технических средств заданному классу задач. Как правило, при создании АИУС многие системы управления имеют собственную иерархию, возникшую под влиянием объективных тенденций научно-технического прогресса, концентрации и специализации производства, способствующих по-

вышению эффективности производства. Чаще всего иерархическая структура объекта управления не совпадает с иерархией управляющей системы. По мере роста сложности систем и целей их функционирования выстраивается иерархическая конструкция управления. Управляемые процессы в сложном объекте управления требуют своевременного формирования правильных решений, которые приводили бы к поставленным целям, принимались бы своевременно, были бы взаимно согласованы. Каждое такое решение требует постановки задачи управления. Их совокупность образует иерархию задач управления, которая в ряде случаев значительно сложнее иерархии объекта управления.

В многоуровневой иерархической системе управления выделяют обычно три уровня. Например, в системе управления гибкой производственной системой (ГПС) выделяют следующие уровни управления: уровень управления работой оборудования и технологическими процессами; уровень оперативного управления ходом производственного процесса в ГПС; уровень планирования работы ГПС. На каждом уровне решаются свои задачи управления.

3. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, РЕШАЕМЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИУС

В основу разработки АИУС положены следующие принципы: новых задач, системного подхода, первого руководителя, непрерывного развития системы, автоматизации документооборота, согласованности пропускных способностей отдельных частей системы, типовости, однократности ввода данных и др.

Эффективность АИУС повышается при решении задач, которые при традиционной ручной технологии управления невозможно решить либо они решаются частично ***(принцип новых задач)***. К ним относятся задачи оптимизации. На уровне предприятия это задачи определения оптимального производственного плана, оптимального оперативно-календарного планирования, оптимального управления материальными ресурсами предприятия, оперативного анализа хода

производственного процесса. На уровне отрасли это задачи перспективного планирования развития отрасли на длительный период, расчета оптимального плана выпуска продукции на год, распределения материальных ресурсов между предприятиями отрасли.

На межотраслевом уровне к задачам оптимизации относятся размещение новых производств, привязки поставщиков к потребителям, разработки проектов развития территориально- производственных комплексов и т. п.

Второй принцип - это ***системный (комплексный) подход*** к созданию АИУС. Проектирование должно основываться на системном анализе, как объекта, так и управляющей части.

Принцип первого руководителя состоит в том, что разработку и внедрение АИУС нужно производить под непосредственным руководством первого руководителя соответствующего объекта.

Практика свидетельствует, что всякая попытка передоверить дело создания АИУС второстепенным лицам неизбежно приводит к тому, что система ориентируется на рутинные задачи управления и не дает ожидаемого эффекта.

Согласно ***принципу непрерывного развития*** системы необходимо при проектировании АИУС предусмотреть возможность быстро реагировать на возникновение новых задач управления и совершенствование старых в процессе развития экономики и отдельных предприятий.

Принцип автоматизации документооборота означает, что надо автоматизировать не только те или иные расчеты, но и оформление выходных документов, сбор исходных данных и в определенной мере передачу их и управляющих воздействий.

Согласно принципу согласованности пропускных способностей желательно равенство пропускных способностей последовательных звеньев. Информационный результат, выдаваемый предшествующим устройством, является исходной информацией для последующего.

Поэтому устройства должны быть согласованы также по используемым в системе носителям и по кодам.

Принцип типовости важен при разработке программ и сводится к максимальному использованию стандартных подпрограмм и типизации программ решения задач.

Важное значение имеет ***принцип однократности ввода данных*** в машину, согласно которому многократное использование любого рода сведений при решении задач на ЭВМ не должно приводить к повторному вводу каких-то данных в память ЭВМ.

Особое значение для АИУС имеет проблема ***надежности***. Для повышения надежности работы применяют высоконадежные технические средства, автоматическое резервирование важнейших узлов и блоков, введение автоконтроля и т.д.

АИУС должны обладать также повышенной ***живучестью***. Под живучестью информационно-управляющих систем понимают способность системы к определенной компенсации последствий нарушений и повреждений отдельных ее устройств, позволяющую системе продолжать выполнение основных функций при утрате или временном снижении некоторых второстепенных показателей (точности, быстродействия, объема обрабатываемой информации).

При разработке АИУС крайне важно использовать экономические законы, создавать благоприятные условия для их проявления. АИУС должна основываться на закономерностях, присущих науке управления.

АСОД не только обеспечивает автоматизированный сбор и хранение информации, но и автоматизирует выполнение традиционных способов обработки информации: плановые расчеты, бухгалтерский учет, отчетность и т.д. Следует подчеркнуть, что АСОД создаются на основе изучения и формального описания с помощью логико-математических приемов существующих способов обработки информации. Эта система не несет в себе качественно новых признаков, не развивает и не отменяет сложившиеся методы управления, а лишь автоматизирует наиболее трудоемкие операции.

АСУ более высоких уровней (советующие и другие) отличаются от АСОД тем, что позволяют, прежде всего, решать так называемые новые - оптимизационные задачи управления. В АСУ высо-

кого уровня на основе глобальных моделей строительного производства имитационного типа, посредством вычислительных систем с разделением времени, могут решаться наиболее сложные, системные задачи, позволяющие обоснованно принимать не просто допустимые по отдельным задачам, а наилучшие решения по основным проблемам управления в целом.

Следующим признаком можно считать ***степень централизации обработки*** информации, которая зависит от объема информационной базы (ее мощности) данного объекта. По этому признаку выделяют системы, имеющие несколько уровней обработки информации, системы централизованной обработки информации и системы коллективного пользования.

Многоуровневые системы обработки информации характерны для крупных объектов, например отрасли. Системы с централизованной обработкой данных характерны для средних объектов, например предприятий, для которых достаточно одного ИВЦ. Системы коллективного пользования наиболее эффективны для малых объектов, не имеющих своей вычислительной базы и пользующихся услугами вычислительных центров коллективного пользования.

4. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИУС

4.1. Методологическая основа проектирования

Методологической основой проектирования организационных структур управления служит системный анализ. Одной из исходных посылок этой методологии является необходимость построения организационной структуры, ориентированной на определение целей и подцелей, методы решения той или иной задачи. Организационная структура строится на основе структуры решений и требуемых для их реализации ресурсов.

Системный анализ осуществляется в следующем порядке.

Первый этап - постановка задачи, включающая определение изучаемого объекта, постановку целей и задание критериев.

Второй этап - осуществление первичной структуризации исследуемой системы. При определении границ системы в нее стараются включить все элементы, оказывающие сколько-нибудь существенное воздействие на функционирование. Принимают во внимание воздействие внешней среды на систему, обратное влияние считается несущественным. Первичная структуризация состоит в ориентировочном членении системы на составные части (подсистемы и элементы). Структуризация системы является важной отличительной чертой системного анализа.

Третий этап - составление математической модели исследуемой системы. Элементы системы и воздействие на нее описывают с помощью определенных параметров. С введением параметра задается область его применения. Выявив параметры, определяют связи между ними, которые могут задаваться равенствами и неравенствами, таблицами, включающими все случаи сочетания значений параметров, и другими способами. При этом учитывают изменение значений параметров во времени и наличие во многих случаях не детерминированных, а вероятностных зависимостей.

На четвертом этапе исследуют построенные модели и прогнозируют развитие системы, для чего на построенных моделях «проигрывают» (обычно с помощью ЭВМ) варианты тех или иных воздействий внешней среды и выявляют возможные результаты.

Пятый этап - анализ результатов прогнозирования, полученных на предыдущем этапе, проверка их соответствия целям и критериям, разработка рекомендаций по необходимому совершенствованию.

Далее снова повторяют четвертый и пятый этапы, вплоть до получения приемлемого результата.

4.2. Начальные этапы разработки

Основа методологии разработки АИУС - учет специфических особенностей, отличающих информационную систему от технических систем, соблюдение принципа проведение разработки и внедрения на основе системного анализа.

Должно быть проведено всестороннее обследование автоматизируемой системы, выполнено моделирование, выявлен комплекс автоматизируемых функций, определена структура системы и подсистем, выбран лучший вариант из возможных проектных решений. На практике часто встречается локальный подход к проектированию АИУС. Предпроектная стадия практически игнорируется и после общего ознакомления с объектом автоматизации выбирают отдельные задачи существующей системы для решения их на ЭВМ. Организационная структура, набор и методы решения задач практически остаются неизменными. Проектирование и внедрение заключается в моделировании отдельных задач, их программировании и внедрении машинных методов расчета. Последовательно наращивая такие задачи, получают поэтапное внедрение АИУС. Кажущимися преимуществами такого подхода являются быстрая загрузка ЭВМ; получение в короткий срок эффекта от решения задач, который при удачном их выборе может быть достаточно ощутимым; обозримость разработки и внедрения системы; простота управления разработкой.

Однако при этом нарушается ряд основных принципов разработки АИУС, что приводит в конечном итоге к весьма низкой эффективности разработанной системы и самого процесса разработки – многократным переделкам, излишней загрузке ЭВМ и дублированию информации.

Одной из важнейших специфических особенностей, отличающих АСУ от технических систем, является тесная связь с внешней средой. Поэтому при разработке АИУС полезно выделить как самостоятельные логические этапы разработки внешнее и внутреннее проектирование. Такие аспекты проектирования в АИУС четко выделены и имеют, в известной степени, самостоятельное значение. Эти этапы при разработке АИУС выполняются специалистами различного профиля.

Внешнее проектирование формулирует цель и критерий эффективности будущей системы, выявляет ограничения. Создается и экспериментально проверяется модель системы. Определяются гра-

ницы системы; фиксируются факторы внешней среды, имеющие значение для системы; определяются связи, виды входных сигналов, на которые должна реагировать система; связанные с ними изменения выходных параметров. Затем следует этап выяснения взаимодействия системы с внешней средой; определения того, ***что и зачем*** будет делать система, **почему** она должна действовать именно так, а не иначе.

Внутреннее проектирование определяет содержание самой системы - ***как, какими способами и средствами*** будет система выполнять свои функции, ***кто, где и когда*** будет выполнять необходимые операции и процедуры.

Внешнее и внутреннее проектирование не являются самостоятельными, независимыми друг от друга этапами, они пересекаются и требуют взаимного согласования. Сначала проводится внешнее проектирование для некоторых идеальных, ничем не ограниченных внутренних возможностей системы, а затем, в первом приближении, внутреннее проектирование, выявляя при этом ограничения, не позволяющие системе функционировать так, как это требуется в результате предварительного внешнего проектирования.

Согласование заключается в изменении либо требований внешнего проектирования, либо ограничений внутреннего, либо и того и другого. После такого согласования переходят к детальной, углубленной проработке вопросов внутреннего проектирования. Важное свойство любой системы - наличие связей между ее элементами, а также между системой и ее внешней средой. Связи должны быть выявлены и изучены в существующей системе управления и определены для проектируемой. Направленность связей, как правило, от входа к выходу системы (в противном случае их называют ***обратными связями***) позволила ввести понятие ***потока***.

Основой любой производственной системы являются материальные потоки, которые на входе системы состоят из сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий и других исходных материалов. Материальный поток проходит через подразделения системы, где происходит обработка материалов, и поступает на выход систе-

мы в виде ее продукции. Выходная продукция одной системы может полностью или частично поступать на вход другой системы. Аналогично материальному потоку можно выделить энергетический поток - тепловую и электрическую энергию; поток финансов, трудовых ресурсов и т.п. Особое значение в системах управления имеют потоки информации, или информационные потоки. Их особое значение определяется ролью информации в процессе управления. На входе системы управления в состав информационного потока входит информация о состоянии управляемого объекта, о параметрах входных потоков — материальных, энергетических и других, а также информация о состоянии внешней среды.

Комплекс исследований, направленных на выявление общих тенденций и факторов развития системы и определение мероприятий по ее совершенствованию, называют ***диагностическим анализом***. Эти исследования начинают с выявления и формулировки или уточнения цели и критериев эффективности системы и ее подсистем. Сформулированные цели и критерии функционирования и развития системы являются основой для программы дальнейшего диагностического анализа, которая включает в себя выявление общих тенденций развития системы; факторов, способствующих и препятствующих достижению цели; общих и специфических свойств системы; особенностей взаимодействия с внешней средой и т. п.

4.3. Организация разработки автоматизированных информационно-управляющих систем

Разработка АИУС представляет собой комплекс научно - исследовательских, проектных, инженерно-технических и организационных работ, направленных на совершенствование существующей системы управления, на базе современных методов управления и использования вычислительной техники. Совершенствование системы управления означает переход к качественно новой ступени ее развития, сопровождающийся изменением организационной структуры управления и принципов функционирования системы.

Для подавляющего большинства систем установлены следующие стадии их создания: предпроектная, разработки технического и рабочего проектов и ввод в эксплуатацию. В особых случаях, при разработке сложных, уникальных информационно-управляющих систем, может быть выделена стадия разработки эскизного проекта, предшествующая техническому проекту; при разработке типовых решений для экспериментальных систем может быть установлена стадия «Анализ функционирования системы».

Ход работ по созданию АИУС удобно представлять в виде сетевых графиков. Детальные сетевые графики разработки содержат тысячи или десятки тысяч операций; их вид определяется в значительной мере спецификой организации, для которой разрабатывается информационно-управляющая система. Рассмотрим обобщенный сетевой график укрупненных этапов разработки и внедрения системы, показанный на Рисунок 4.1. Этот график дает общее представление об основных этапах разработки и позволяет проследить развитие системы от начала работ по ее созданию до ввода в эксплуатацию.

Работы по созданию любой АИУС начинаются с предварительного ознакомления с будущей системой, позволяющего определить целесообразность создания АИУС для данной организации или предприятия (операция 0-1). Эту работу выполняет небольшая группа высококвалифицированных специалистов, не более 4-5 человек. В состав группы входят представители организации, для которой создается система, в дальнейшем именуемой «заказчиком», а также специалисты по созданию информационно-управляющих систем, в том числе будущий руководитель работ со стороны организации, ведущей разработку системы, в дальнейшем именуемой «разработчиком».

На этом этапе в общем виде определяют основные цели и ограничения существующей и разрабатываемой АИУС, возможность повышения эффективности управления при создании АИУС.

По результатам работы группы принимается решение о включении работ по созданию данной АИУС в план министерства (для

крупных предприятий), что является основанием для ее разработки. После включения работ по созданию АИУС в план формируются коллективы, участвующие в разработке (операция 1-2), которые готовят технико-экономическое обоснование на разработку системы.

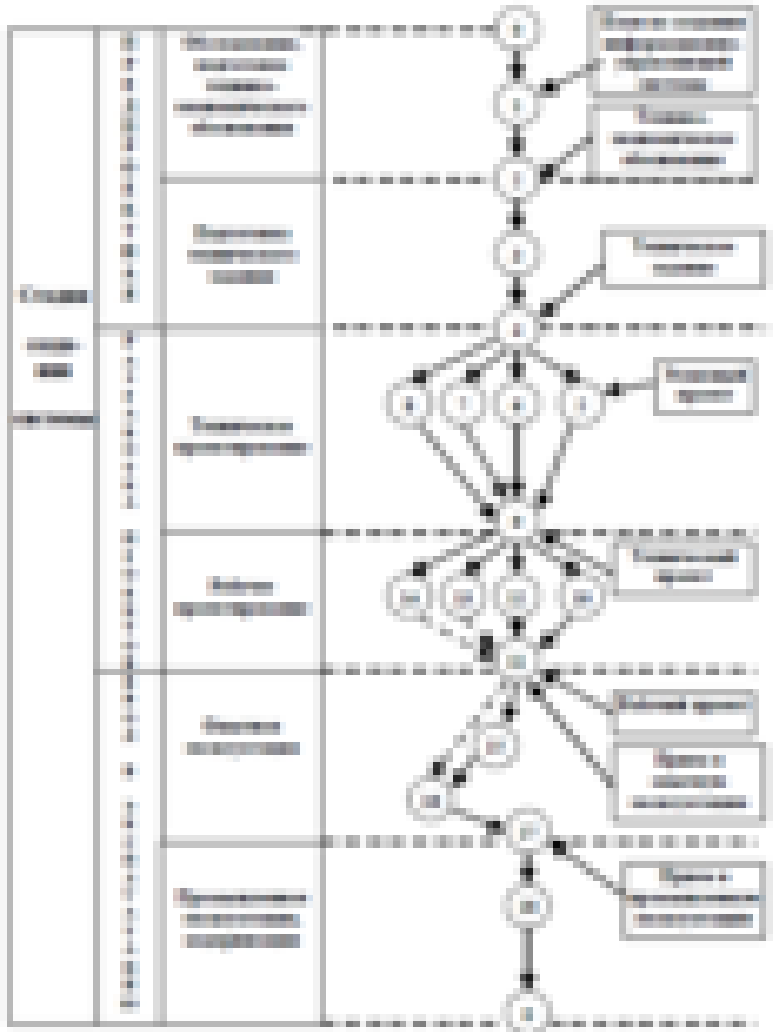


Рисунок 4.1. График укрупненных этапов разработки и внедрения системы.

Организационно-техническое руководство разработкой АИУС со стороны разработчика осуществляет главный конструктор (в научно - исследовательских организациях) или главный инженер проекта (в специализированных проектных организациях). Анализирует и разрабатывает систему группа специалистов – инженеров - системотехников. К работам по созданию систем «разработчик» может привлекать специализированные организации, которые ответственны за качество и сроки выполнения работ перед разработчиком.

Разработчик отвечает за указанные работы перед заказчиком и вышестоящими организациями. Со стороны заказчика работы возглавляет главный инженер или заместитель руководителя организации. Руководитель должен обеспечить подготовку, обсуждение и утверждение технического задания;

При изучении существующей системы анализируют организационную и функциональную структуры, технико-экономические характеристики; исследуют материальные потоки; потоки и состав информации между подразделениями и внутри них; методы планирования и учета. Завершающей работой рассматриваемого этапа является разработка технического задания (ТЗ) на создание АИУС (операции 3-4). ТЗ содержит описание основных целей создания системы, критерии эффективности ее функционирования, назначение и особенности организации управления. В нем указан состав и характеристики комплексов решаемых задач, информационного, программного и технического обеспечения; установлены очереди разработки и внедрения, сроки их выполнения. В отдельном разделе определяют экономическую эффективность создаваемой АИУС.

Техническое задание - официальный документ, определяющий требования к создаваемой системе. После экспертизы и корректировки ТЗ утверждают в установленном порядке. Для сложных систем, не имеющих аналогов, проводят эскизное проектирование системы (операции 4-5), рассматривают варианты структурной схемы, состав и способы формирования информационного обеспечения, укрупненные схемы алгоритмов обработки данных.

Эскизный проект - документированное описание предлагаемой системы управления. Его подготовка позволяет выполнить начальные этапы проектирования, представить заказчику в удобной форме намечаемые основные проектные решения. Если принято решение о разработке эскизного проекта, он должен быть согласован и утвержден заказчиком. На стадии подготовки технического проекта решения, содержащиеся в эскизном проекте, корректируют и детализируют.

После утверждения ТЗ выделяют специализированные группы, каждая из которых ведет разработку одной или нескольких подсистем (операции 4-6*)*. Эти группы уточняют перечень задач по функциональным подсистемам, их постановку и алгоритмизацию.

Группы работают вместе с разработчиками АИУС, проводя взаимное согласование состава и характеристик входных и выходных сигналов.

Отдельные группы специалистов создают разделы технического проекта, относящиеся к техническим средствам (операции 4-7) и экономической эффективности (операции 4-8). Результатом работы всех групп является технический проект (событие 9). На этапе рабочего проектирования кроме системщиков в работе участвуют программисты и специалисты по техническим средствам. Программисты разрабатывают по системным спецификациям схемы программ и программные спецификации, затем пишут и отлаживают программы (операции 9-10); проводят отладку комплексов программ по задачам (операции 10-11). Рабочий проект включает в себя раздел, относящийся к техническим средствам (операции 9-10). Системщики пишут рабочие инструкции персоналу АИУС (операции 9-13), одновременно ведут расчеты для раздела технического проекта по экономической эффективности системы (операции 9-14). Все эти разделы сводятся в рабочий проект (событие 11).

После официального утверждения рабочего проекта начинается ввод системы в эксплуатацию. Если технические средства были готовы ранее, то на них начинается опытная эксплуатация (операции 11-15). Если технические средства не подготовлены, то ведется

их монтаж и освоение (операции 11-16). Пока система может функционировать на арендуемых технических средствах, а затем опытная эксплуатация продолжается на подготовленных средствах в соответствии с рабочим проектом (операции 16-17). В период опытной эксплуатации выявляют и корректируют недостатки предыдущих этапов разработки. В конце опытной эксплуатации окончательно отрабатывают все программы ЭВМ и инструкции персоналу, отлаживают технические средства и проверяют возможность работы АИУС при полной нагрузке в реальном масштабе времени.

Система передается в промышленную эксплуатацию (операции 17-18), где возможна ее частичная модернизация или решение о существенной реконструкции (операции 18-0).

4.4. Рабочая документация по проектированию

Разработка АИУС и состав официальной документации регламентируются общеотраслевыми руководящими методическими материалами. Официальными рабочими документами по проектированию АИУС являются техническое задание, технический проект (ТП) и рабочий проект на АИУС.

Техническое задание

Оно представляет собой утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки системы, и содержащий предварительную оценку ее экономической эффективности (ГОСТ 19675—74).

Техническое задание определяет требования к задачам АИУС, техническому, информационному и математическому обеспечению системы и регламентирует организацию разработки, объемы работ и затраты. При разработке ТЗ определяется перечень подсистем и задач, предусмотренных в составе каждой очереди.

Очередность разработки системы и состав очередей обуславливаются важностью принимаемого комплекса задач для данной системы, возможностью приобретения и введения в эксплуатацию

необходимых технических средств соответствующего технического уровня, подготовленностью к внедрению системы, необходимостью минимизации суммарных затрат, созданием информационной базы системы, возможностью использования в последующих разработках результатов проектирования и внедрения первой очереди АИУС.

Техническое задание должно содержать:

- основание для разработки: постановление или приказ вышестоящей организации;
- основные положения, характеризующие функционирование системы: степень централизации управления, рекомендуемый порядок планирования и учета деятельности, особенности производственных и информационных взаимосвязей и др.;
- состав подсистем и задач с обоснованным указанием очередности их разработки и внедрения;
- предложения по улучшению существующей системы управления;
- перечень предварительно выбранных технических средств;
- намечаемый размер затрат и укрупненный расчет экономической эффективности.

Технический проект

Технический проект (ТП) представляет собой утвержденную в установленном порядке техническую документацию, содержащую общесистемные проектные решения, алгоритмы решения задач, а также оценку экономической эффективности системы и перечень мероприятий по подготовке объекта к внедрению. Разработка ТП ведется на основании утвержденного ТЗ в такой последовательности: общий технический проект; технический проект первой очереди; технический проект второй очереди. Разработка технического проекта второй очереди может проводиться независимо от степени завершенности работ по первой очереди.

В отдельных сложных случаях, когда невозможно выявить рациональные проектные решения без сопоставления вариантов, на стадии технического проекта должны прорабатываться различные

варианты; однако необходимость такой проработки нескольких вариантов должна быть указана в ТЗ на АИУС.

Общий технический проект включает в себя разделы:

- общая структура системы с указанием подсистем и общих принципов функционирования системы;

- перечень задач, решаемых в составе каждой подсистемы, и выходные параметры задач;

- схемы документооборота между подсистемами;

- общие принципы математического обеспечения системы;

- укрупненная структура комплекса технических средств, в том числе отдела АСУ;

- важнейшие мероприятия по подготовке к внедрению системы (создание отдела АСУ), подготовка кадров, организация нормативного хозяйства);

- расчет экономической эффективности системы;

- укрупненный график разработки и внедрения системы.

Технический проект имеет следующий состав документов:

- ведомость технического проекта;

- обоснование проектных решений:

а) структуры системы, подсистем и задач, а также комплекса технических средств со ссылкой на аналогичные системы;

б) данные об установленном объеме разработки системы, источниках и объеме финансирования;

в) обзор аналогичных систем в виде сравнительной таблицы;

- уточненная смета затрат на создание системы, с учетом научно-исследовательских и проектных работ, необходимых для создания данной очереди;

- расчет экономической эффективности по официальной методике;

- характеристика данной очереди системы в целом и отдельно по каждой подсистеме. Характеристика функциональной подсистемы, содержащая перечень подразделений, охваченных подсистемой; укрупненное описание распределения функций между подразделениями и схему информационных связей между ними;

увязку задач в подсистеме. Характеристика системы в целом также содержит перечень функциональных подсистем; укрупненную схему их внешних связей; перечень и характеристики документов и сообщений, образующих эти связи; схему увязки подсистем по входам и выходам;

- ***постановка задачи***, определяющая круг объектов, для которых предназначена данная задача:

а) краткое содержание постановки задачи;

б) периодичность решения и временные ограничения;

в) связь с другими задачами;

г) необходимую оперативную, нормативно-справочную и выходную информацию;

д) алгоритм решения и контрольный пример;

- ***подготовка объекта к внедрению системы*** - документ, содержащий перечень необходимых мероприятий, исполнителей, сроки и формы завершения работ;

- ***организация фонда нормативно-справочной*** информации. В документе приводится состав справочников нормативно-справочной информации с указанием задач, для которых они используются, описание организации их создания, поддержания в рабочем состоянии и методик внесения изменений;

- ***система шифровки документов и отдельных параметров системы*** (реквизитов);

- ***выбор комплекса технических средств (КТС),*** содержащий выбор типа и расчет количества основного и вспомогательного оборудования, структуру и назначение подразделений отдела АСУ, расчет численности персонала, решения по периферийным

техническим средствам, спецификации для размещения заказа на оборудование;

- ***технические задания на проект монтажа периферийного КТС***, содержащие чертежи размещения технологического оборудования и технические условия на монтаж;

- ***характеристика выбранной системы математического обеспечения***, содержащая описание системы и ее состав, преимущества и недостатки, технические требования на новые программы.

Рабочий проект

Он представляет собой утвержденную в установленном порядке техническую документацию, содержащую уточненные и детализированные общесистемные проектные решения, программы и инструкции по решению задач, а также уточненную оценку экономической эффективности автоматизированной системы управления и уточненный перечень мероприятий по подготовке объекта к внедрению.

Рабочий проект АСУ содержит следующие документы:

- ***ведомость документов рабочего проекта****;*

- ***обоснование дополнительных проектных решений****,* принятых после утверждения технического проекта и утвержденных в установленном порядке;

- ***уточненный расчет экономической эффективности системы*** по официальной методике;

- ***технология ввода и регистрации информации;***

- ***формы первичных и промежуточных документов***, заполняемых вручную и используемых для решения задач, с указанием маршрутов движения документов отдельно для каждой задачи;

- ***должностные инструкции***, составляемые персонально для каждого должностного лица, участвующего в функционировании системы, с указанием действий в случае отказа технических средств АИУС;

- ***формы нормативно-справочной информации, инструкции по их заполнению и внесению изменений***;

- альбом шифров, содержащий систему шифровки и альбом шифров;

- ***программы организации и ведения массивов нормативно-справочной информации***, включая тип ЭВМ и необходимый комплект внешних устройств, особенности организации и ведения массивов информации, описание программ, инструкции по вводу входных документов и по эксплуатации программ, исходные тексты программ;

- ***рабочие программы и инструкции***. По каждой задаче производится описание алгоритмов и рабочих программ,

инструкции по вводу входных данных и по эксплуатации программ, а также программы и контрольный пример;

- ***характеристика комплекса технических средств***, содержащая спецификацию оборудования, описание и техническую характеристику всех устройств, перечень стандартных процедур работы с ними, схему функциональных связей устройств, схему и

чертежи их размещения, принципиальные электрические схемы связи и питания. Характеристика охватывает как оборудование вычислительного центра, диспетчерских пунктов, так и периферийные технические средства, располагаемые в производственных помещениях.

В случае необходимости в рабочий проект включается также эксплуатационная документация на новые, нестандартные устройства, разработка которых выполнялась для данной системы, а также чертежи строительной части проекта и монтажа технических средств.

4.5. Модели жизненного цикла разработки ПО

Проект – это уникальный процесс, в ходе выполнения которого получают уникальный ***продукт***. Таким образом, для разработки продукта в проекте, скорее всего должен применяться уникальный процесс. Вместо создания каждого проекта «с нуля», менеджер проекта может воспользоваться обобщенной, проверенной на практике методикой, адаптировав ее для конкретного проекта. Как правило, всегда есть возможность выбора среди нескольких «начальных» жизненных циклов.

Выбор и адаптация жизненного цикла разработки проекта оказывает влияние на методики разработки продукта, навыки менедж-

мента проектов и навыки менеджмента персонала. Что касается методов разработки продукта, менеджер проекта должен, прежде всего, иметь представление о стандартах процесса, уметь оценить их применимость по отношению к данному проекту, оценить альтернативные процессы и при необходимости адаптировать процесс жизненного цикла к текущим потребностям. На выбор методов и инструментальных средств также может оказывать влияние выбор жизненного цикла.

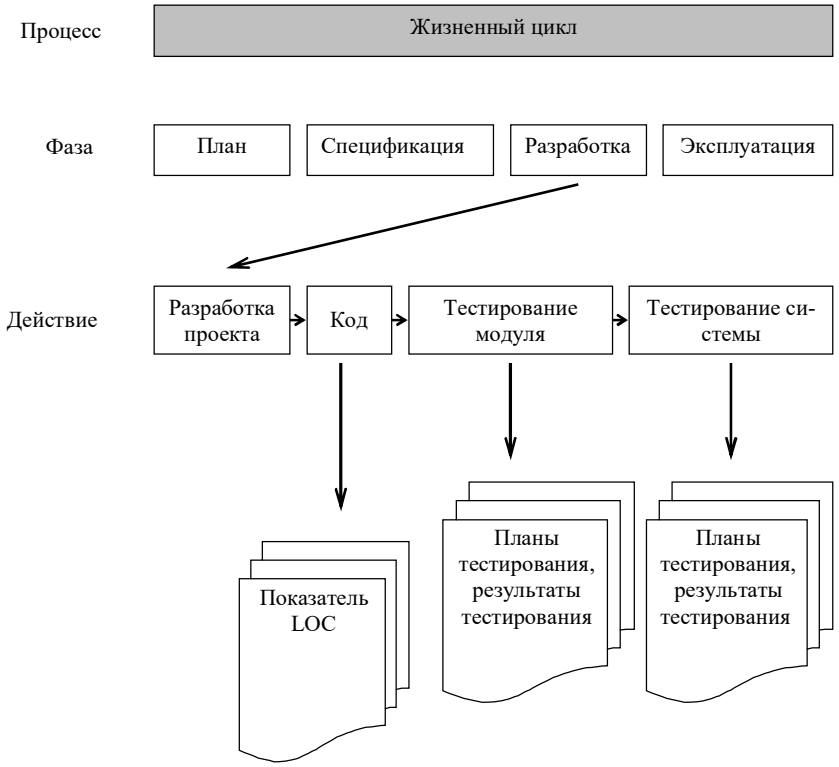


Рисунок 4.2. Обобщенная схема процесса.

Модель жизненного цикла разработки ПО является единственным видом процесса, в котором представлен порядок его осуществления. Модель жизненного цикла разработки ПО (Software Life Cycle Model, SLCM) схематически объясняет, каким образом будут

выполняться действия по разработке программного продукта, посредством описания «последовательности» этих действий. Такая последовательность может быть или не быть линейной, поскольку фазы могут следовать друг за другом, повторяться или происходить одновременно. На Рисунок 4.2 представлена простая обобщенная схема процесса.

Модель SLCM – это схема (или основа), используемая разработчиком ПО для определения повторяющегося процесса при создании программного продукта. Она определяет точные инструкции, которые разработчик может использовать для создания только высококачественных программных систем. Понятие жизненного цикла ПО относится ко всем программным проектам, причем независимо от их размеров.

Жизненный цикл – это своего рода «карта-путеводитель» для всех участников проекта, которая помогает им понять, не выходят ли они за определенные для них границы. Для управления программным проектом возникает необходимость в некотором роде карты для планирования действий и хронологий их выполнения. В стандарт, разработанный для немецких ИТ - систем, были включены описания причин, объясняющих необходимость выполнения стандартизированного процесса. Этот стандарт помогает достичь следующих целей.

- Улучшение и обеспечение качества:

- с помощью стандартизированной процедуры можно наилучшим образом гарантировать завершенность результатов, которые необходимо предоставить;

- определение промежуточных результатов обеспечивает возможность ускорить выполнение оценочных процедур;

- контекст однородных продуктов облегчает их восприятие, я также работу с процедурами оценки.

- Возможность проверки затрат на выполнение полного жизненного цикла:

- упрощает процесс создания стандартов разработки для определенного проекта и его оценка;

- стандартизированные процедуры повышают степень «прозрачности» операций по определению затрат и позволяют более эффективно распознавать возможные риски, связанные с затратами;

- одинаковые стандарты уменьшают риск возникновения разногласий между клиентом и разработчиком, а также между главным разработчиком и субподрядчиком;

- в случае применения стандартизированной процедуры становятся «прозрачными» универсальные подходы к методам решения, а следовательно, их можно использовать повторно;

- нежелательный ход процесса разработки возможно выявить на ранней стадии;

- уменьшаются затраты на подготовку персонала.

- Улучшается обмен информацией между различными сторонами, участвующими в процессе разработки; происходит снижение зависимости клиента от подрядчика:

- использование определенных терминов уменьшает разногласия, возникающие между всеми задействованными в проекте сторонами;

- пользователь, покупатель и разработчик получают поддержку при формулировании своих требований, а также при описании своих ролей или полученных результатов;

- промежуточные / окончательные результаты стандартизируются таким образом, что другие задействованные в проекте стороны или персонал других компаний могут в случае необходимости подключиться к процессу разработки, не прилагая при этом больших дополнительных усилий.

«Каркасом» процесса разработки ПО служит модель зрелости функциональных возможностей (Capability Maturity Model, CMM). Она основана на практических действиях, отображает лучшие результаты и определяет потребности индивидов, работающих над усовершенствованием процесса разработки ПО и выполняющих оценочный анализ этого процесса. Модель CMM представляет собой схему, по которой этапы разработки соответствуют пяти уровням развития функциональных возможностей, на основе которых

осуществляется непрерывное усовершенствование процесса разработки.

Исходный. Процесс разработки ПО можно охарактеризовать как специальный, подобранный для определенного случая процесс, а иногда и как хаотический. Определить можно лишь небольшое количество процессов, и успех зависит от приложенных усилий и предпринимаемых решительных действий.

Повторяющийся. Основные процессы управления проектом создаются для того, чтобы отслеживать затраты, график работы и функциональные возможности. Здесь соблюдается необходимый порядок выполнения процесса, предназначенный для повторения достижений, полученных ранее при выполнении подобных проектов.

Определенный. Во всех проектах используется испытанная, адаптированная версия стандартного процесса разработки ПО данной организации.

Управляемый. Собираются детальные показатели процесса разработки ПО и качественные характеристики продукта. Управление процессом разработки программных продуктов осуществляется на количественном уровне.

Уровень оптимизации. Непрерывное усовершенствование процесса разработки достигается с помощью количественной обратной связи, достигаемой при осуществлении самого процесса, а также на базе новаторских идей и технологий.

Определение процесса включает в себя разработку и сопровождение стандартного процесса разработки определенной организации, а также относящиеся к нему ценные свойства процесса, такие как описательные характеристики ***жизненных циклов разработки ПО***, руководящие принципы адаптации процесса и его критерии.

Цель определения организационной структуры процесса заключается в разработке и сопровождении стандартного процесса разработки ПО для данной организации.

Действия, формулирующие процесс построения организационной структуры, включают документирование и сопровождение

описательных характеристик ***жизненных циклов разработки ПО***, которые одобрены для использования в проектах. Руководящие принципы и критерии адаптации описывают выбор и адаптацию ***жизненного цикла разработки ПО*** и характеристик данного проекта.

Наиболее известными и широко используемыми жизненными циклами разработки ПО можно назвать следующие: каскад, V – образное эволюционное ускоренное прототипирование, быстрая разработка приложений, инкрементная и спиральная модели.

4.5.1. Каскадная модель жизненного цикла разработки ПО.

Классическая каскадная модель, несмотря на полученную в последнее время негативную оценку, исправно служила специалистам по программному инжинирингу многие годы. Понимание ее сильных сторон и недостатков улучшает оценочный анализ других, зачастую более эффективных моделей жизненного цикла, основанных на данной модели.

В первые годы практики программирования сначала записывался программный код, а затем происходила его отладка. Общепринятым считалось правило начинать работу не с разработки плана, а с общего ознакомления с продуктом. Без лишних формальностей можно было спроектировать, закодировать, отладить и протестировать ПО еще до того, как оно будет готово к выпуску. Это напоминало процесс, изображенный на Рисунок 4.3. В структуре такого процесса есть несколько "неправильностей" (или недостатков). Во-первых, поскольку изначально не существовало официального проекта или анализа, невозможно было узнать о моменте завершения процесса. Также отсутствовал способ определения соответствия требованиям относительно достижения качества.

В 1970 году каскадная модель была впервые определена как альтернативный вариант метода разработки ПО по принципу *кодирование-устранение ошибок,* который был широко распространен в то время.

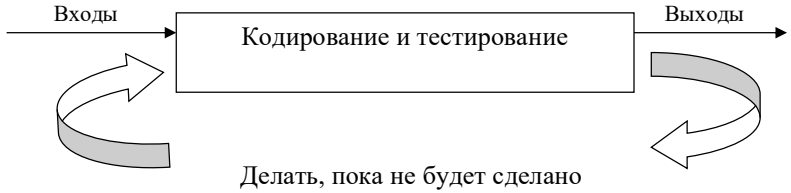


Рисунок 4.3. Модель процесса "делать, пока, не будет сделано".

Это была первая модель, которая формализовала структуру этапов разработки ПО, придавая особое значение исходным требованиям и проектированию, а также созданию документации на ранних этапах процесса разработки.

Начальный этап выполнения каскадной модели показан в левой верхней части Рисунок 4.4. Продолжение процесса выполнения реализуется с помощью упорядоченной последовательности шагов. В модели предусмотрено, что каждая последующая фаза начинается лишь тогда, когда полностью завершено выполнение предыдущей фазы. Каждая фаза имеет определенные критерии входа и выхода: входные и выходные данные.

В результате выполнения генерируются внутренние или внешние данные проекта, включай документацию и ПО. Документы по анализу требований впоследствии передаются системным специалистам, которые в свою очередь передают их разработчикам программных систем более высокого уровня. Программисты передают детальные технические характеристики программистам, которые уже представляют готовый код тестерам.

Переход от одной фазы к другой осуществляется посредством формального обзора. Таким образом, клиент получает общее представление о процессе разработки, кроме того происходит проверка качества программного продукта. Как правило, прохождение стадии обзора указывает на договоренность между командой разработчиков и клиентом о том, что текущая фаза завершена и можно перейти к выполнению следующей фазы. Окончание фазы удобно принимать за стадию в процессе выполнения проекта.

В результате завершения определенных фаз формируется базовая линия, которая в данной точке "замораживает" продукты разработки. Если возникает потребность в их изменении, тогда для внесения изменений используется формальный процесс изменений.

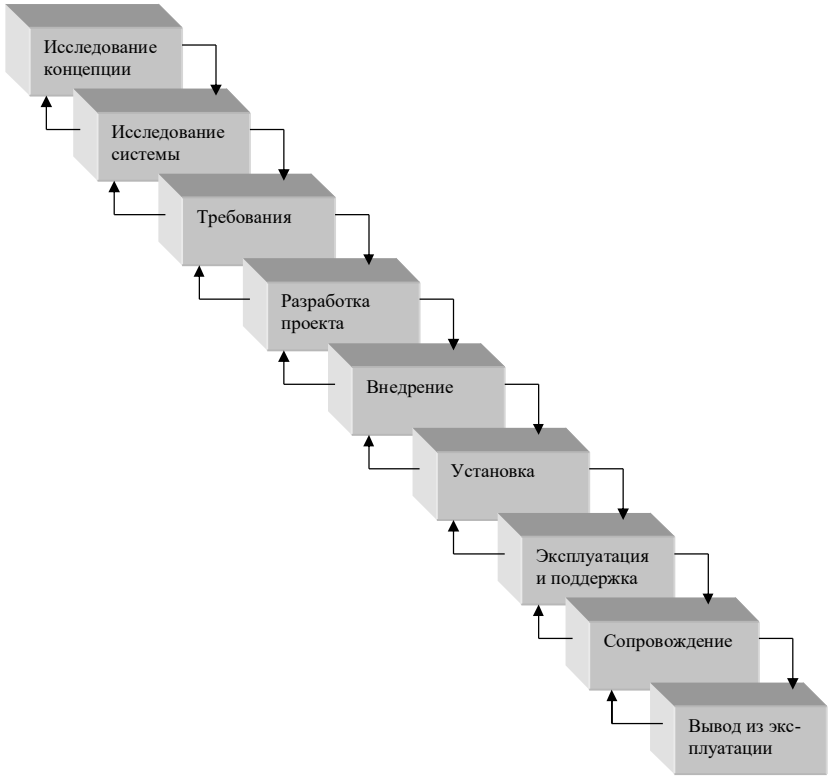


Рисунок 4.4. Классическая каскадная модель с обратной связью.

В критических точках каскадной модели формируются базовые линии, последняя из которых является базовой линией продукта. После формирования заключительной базовой линии производится обзор приемки.

Попытки оптимизации каскадной модели привели к возникновению других циклов разработки ПО. Прототипирование программ

позволяет обеспечить полное понимание требований, в то время как инкрементные и спиральные модели позволяют повторно возвращаться к фазам, соотнесенным с классической каскадной моделью, прежде чем полученный продукт будет признан окончательным.

Отличительным свойством каскадной модели можно назвать то, что она представляет собой формальный метод, разновидность разработки "сверху вниз", она состоит из независимых фаз, выполняемых последовательно, и подвержена частому обзору.

Краткое описание фаз каскадной модели. Приведенная ниже характеристика представляет собой краткое описание каждой фазы каскадной модели (включая фазы интеграции):

- ***исследование концепции*** — происходит исследование требований на системном уровне с целью определения возможности реализации концепции;
- ***процесс системного распределения*** — может быть пропущен для систем по разработке исключительно ПО. Для систем, в которых необходима разработка как аппаратного, так и программного обеспечения, требуемые функции применяются к ПО и оборудованию в соответствии с общей архитектурой системы;
- ***процесс определения требований*** — определяются программные требования для информационной предметной области системы, предназначение, линии поведения, производительность и интерфейсы. (В случае необходимости в процесс также включено функциональное распределение системных требований к аппаратному и программному обеспечению.);
- ***процесс разработки проекта***— разрабатывается и формулируется логически последовательная техническая характеристика программной системы, включая структуры данных, архитектуру ПО, интерфейсные представления и процессуальную (алгоритмическую) детализацию;
- ***процесс реализации*** — в результате его выполнения эскизное описание ПО превращается в полноценный программный продукт. При этом создается исходный код, база данных и документа-

ция, которые лежат в основе физического преобразования проекта. Если программный продукт представляет собой приобретенный пакет прикладных программ, основными действиями по его реализации будут являться установка и тестирование пакета программ. Если программный продукт разрабатывается на заказ, основными действиями являются программирование и код-тестирование;

- ***процесс установки*** — включает установку ПО, его проверку и официальную приемку заказчиком для операционной среды;
- ***процесс эксплуатации и поддержки*** - подразумевает запуск пользователем системы и текущее обеспечение, включая предоставление технической помощи, обсуждение возникших вопросов с пользователем, регистрацию запросов пользователя на модернизацию и внесение изменений, а также корректирование или устранение ошибок;
- ***процесс сопровождения—*** связан с разрешением программных ошибок, неисправностей, сбоев, модернизацией и внесением изменений, генерируемых процессом поддержки. Состоит из итераций разработки и предполагает обратную связь по предоставлению информации об аномалиях;
- ***процесс вывода из эксплуатации*** — вывод существующей системы из ее активного использования либо путем прекращения ее работы, либо благодаря ее замене новой системой или модернизированной версией существующей системы;
- ***интегральные задачи*** — включают начало работы над проектом, мониторинг проекта и его управление, управление качеством, верификацию и аттестацию, менеджмент конфигурации, разработку документации и профессиональную подготовку на протяжении всего жизненного цикла.

Преимущества каскадной модели. Нетрудно заметить, что каскадная модель имеет множество преимуществ, если ее использовать в проекте, для которого она достаточно приемлема. Ниже перечислены эти преимущества:

- модель хорошо известна потребителям, не имеющим отношения к разработке и эксплуатации программ, и конечным пользователям (она часто используется другими организациями для отслеживания проектов, не связанных с разработкой ПО);

- она упорядочение справляется со сложностями и хорошо срабатывает для тех проектов, которые достаточно понятны, но все же трудно разрешимы;
- она весьма доступна для понимания, так как преследуется простая цель — выполнить необходимые действия;
- она проста и удобна в применении, так как процесс разработки выполняется поэтапно;
- ее структурой может руководствоваться даже слабо подготовленный в техническом плане или неопытный персонал;
- она отличается стабильностью требований;
- она представляет собой шаблон, в который можно поместить методы для выполнения анализа, проектирования, кодирования, тестирования и обеспечения;
- она хорошо срабатывает тогда, когда требования к качеству доминируют над требованиями к затратам и графику выполнения проекта;
- она способствует осуществлению строгого контроля менеджмента проекта;
- при правильном использовании модели дефекты можно обнаружить на более ранних этапах, когда их устранение еще не требует относительно больших затрат;
- она облегчает работу менеджеру проекта по составлению плана и Комплектации команды разработчиков;
- она позволяет участникам проекта, завершившим действия на выполняемой ими фазе, принять участие в реализации других проектов;
- она определяет процедуры по контролю за качеством. Каждые полученные данные подвергаются обзору. Такая процедура используется командой разработчиков для определения качества системы;
- стадии модели довольно хорошо определены и понятны;

• ход выполнения проекта легко проследить с помощью использования временной шкалы (или диаграммы Гантта), поскольку момент завершения каждой фазы используется в качестве стадии.

Недостатки каскадной модели. Но при использовании каскадной модели для проекта, который трудно назвать подходящим для нее, проявляются следующими недостатки:

• в основе модели лежит последовательная линейная структура, в результате чего каждая попытка вернуться на одну или две фазы назад, чтобы исправить какую-либо проблему или недостаток, приведет к значительному увеличению затрат и сбою в графике;

• она не может предотвратить возникновение итераций между фазами, которые так часто встречаются при разработке ПО, поскольку сама модель создается согласно стандартному циклу аппаратного инжиниринга;

• она не отображает основное свойство разработки ПО, направленное на разрешение задач. Отдельные фазы строго связаны с определенными действиями, что отличается от реальной работы персонала или коллективов;

• она может создать ошибочное впечатление о работе над проектом. Выражение типа "35 процентов выполнено" — не несет никакого смысла и не является показателем для менеджера проекта;

• интеграция всех полученных результатов происходит внезапно в завершающей стадии работы модели. В результате такого единичного прохода через весь процесс, связанные с интегрированием проблемы, как правило, дают о себе знать слишком поздно. Следовательно, проявятся не обнаруженные ранее ошибки или конструктивные недостатки, повысить степень риска при небольшом задаче времени на восстановление продукта;

• у клиента едва ли есть возможность ознакомиться с системой заранее, это происходит лишь в самом конце жизненного цикла. Клиент не имеет возможности воспользоваться доступными промежуточными результатами, и отзывы пользователей нельзя передать обратно разработчикам. Поскольку готовый продукт не доступен вплоть до окончания процесса, пользователь принимает участие в процессе разработки только в самом начале — при сборе требований, и в конце — во время приемочных испытаний;

• пользователи не могут убедиться в качестве разработанного продукта до окончания всего процесса разработки. Они не имеют возможности оценить качество, если нельзя увидеть готовый продукт разработки;

• у пользователя нет возможности постепенно привыкнуть к системе. Процесс обучения происходит в конце жизненного цикла, когда ПО уже запущено в эксплуатацию;

• проект можно выполнить, применив упорядоченную каскадную модель, и привести его в соответствие с письменными требованиями, что, однако, не гарантирует его запуска в эксплуатацию;

• каждая фаза является предпосылкой для выполнения последующих действий, что превращает такой метод в рискованный выбор для систем, не имеющих аналогов, так как он не поддается гибкому моделированию;

• для каждой фазы создаются результативные данные, которые по его завершению считаются замороженными. Это означает, что они не должны изменяться на следующих этапах жизненного цикла продукта. Если элемент результативных данных какого-либо этапа изменяется (что встречается весьма часто), на проект окажет негативное влияние изменение графика, поскольку ни модель, ни план не были рассчитаны на внесение и разрешение изменения на более поздних этапах жизненного цикла;

• все требования должны быть известны в начале жизненного цикла, но клиенты редко могут сформулировать все четко заданные требования на этот момент разработки. Модель не рассчитана на динамические изменения в требованиях на протяжении всего жизненного цикла, так как получаемые данные "замораживаются". Использование модели может повлечь за собой значительные затраты, если требования в недостаточной мере известны или подвержены динамическим изменениям во время протекания жизненного цикла;

• возникает необходимость в жестком управлении и контроле, поскольку в модели не предусмотрена возможность модификации требований;

• модель основана на документации, а значит, количество документов может быть избыточным;

• весь программный продукт разрабатывается за один раз. Нет возможности разбить систему на части. В результате взятых разработчиками обязательств разработать целую систему за один раз могут возникнуть проблемы с финансированием проекта. Происходит распределение больших денежных средств, а сама модель едва ли позволяет повторно распределить средства, не разрушив при этом проект в процессе его выполнения;

• отсутствует возможность учесть переделку и итерации за рамками проекта.

Область применения каскадной модели. Из-за недостатков каскадной модели ее применение необходимо ограничить ситуациями, в которых требования и их реализация максимально четко определены и понятны.

Каскадная модель хорошо функционирует при ее применении в циклах разработки программного продукта, в которых используется неизменяемое определение продукта и вполне понятные технические методики.

Если компания имеет опыт построения определенного рода системы — автоматизированного бухгалтерского учета, начисления зарплаты, ревизии, компиляции, производства, — тогда в проекте, ориентированном на построение еще одного продукта такого же типа, возможно, даже основанного на существующих разработках, можно эффективно использовать каскадную модель. Другим примером надлежащего применения модели может служить создание и выпуск новой версии уже существующего продукта, если вносимые изменения вполне определены и управляемы. Перенос уже существующего продукта на новую платформу часто приводят в качестве идеального примера использования каскадной модели в проекте.

При всей справедливости критики этой модели все же следует признать, что модифицированная версия каскадной модели является в значительной степени менее жесткой, чем ее первоначальная форма. Здесь включаются итерации между фазами, параллельные фазы и менеджмент изменений. Обратные стрелки предполагают возможность существования итераций между действиями в рамках фаз. Чтобы отобразить согласованность между этапами, их объединяют прямоугольниками или под прямоугольниками перечисляют выполняемые на данных этапах действия, чтобы продемонстрировать согласованность между ними. Несмотря на то, что модифицированная каскадная модель является значительно более гибкой, чем классическая модель, она все же не является наилучшим выбором для выполнения проектов по ускоренной разработке.

Каскадные модели на протяжении всего времени их существования используются при выполнении больших проектов, в которых задействовано несколько больших команд разработчиков.

4.5.2. V-образная модель жизненного цикла разработки ПО

V-образная модель была создана с целью помочь работающей над проектом команде в планировании с обеспечением дальнейшей возможности тестирования системы. В этой модели особое значение придается действиям, направленным на верификацию и аттестацию продукта. Она демонстрирует, что тестирование продукта обсуждается, проектируется и планируется на ранних этапах жизненного цикла разработки. План испытания приемки заказчиком разрабатывается на этапе планирования, а компоновочного испытания системы - на фазах анализа, разработки проекта и т.д. Этот процесс разработки планов испытания обозначен пунктирной линией между прямоугольниками V-образной модели.

V-образная модель, показанная на рисунке 4.5, была разработана как разновидность каскадной модели, а значит, унаследовала от нее такую же последовательную структуру. Каждая последующая фаза начинается по завершению получения результативных данных предыдущей фазы. Модель демонстрирует комплексный

подход к определению фаз процесса разработки ПО. В ней подчеркнуты взаимосвязи, существующие между аналитическими фазами и фазами проектирования, которые предшествуют кодированию, после которого следуют фазы тестирования. Пунктирные линии означают, что эти фазы необходимо рассматривать параллельно.

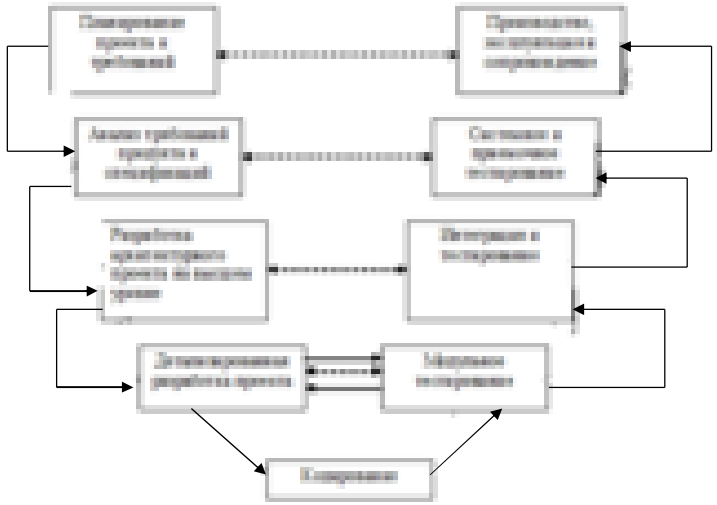


Рисунок 4.5. V –образная модель жизненного цикла разработки ПО.

Фазы V-образной модели. Ниже подано краткое описание каждой фазы V-образной модели, начиная от планирования проекта и требований вплоть до приемочных испытаний:

- **планирование проекта и требований** – определяются системные требования, а также то, каким образом будут распределены ресурсы организации с целью их соответствия поставленным требованиям. (в случае необходимости на этой фазе выполняется определение функций для аппаратного и программного обеспечения);
- **анализ требований к продукту и его спецификации** – анализ существующей на данный момент проблемы с ПО, завершается

полной спецификацией ожидаемой внешней линии поведения создаваемой программной системы;

- **архитектура или проектирование на высшем уровне** – определяет, каким образом функции ПО должны применяться при реализации проекта;
- **детализированная разработка проекта** – определяет и документально обосновывает алгоритмы для каждого компонента, который был определен на фазе построения архитектуры. Эти алгоритмы в последствии будут преобразованы в код;
- **разработка программного кода** – выполняется преобразование алгоритмов, определенных на этапе детализированного проектирования, в готовое ПО;
- **модульное тестирование –** выполняется проверка каждого закодированного модуля на наличие ошибок;
- **интеграция и тестирование –** установка взаимосвязей между группами ранее поэлементно испытанных модулей с целью подтверждения того, что эти группы работают также хорошо, как и модули, испытанные независимо друг от друга на этапе поэлементного тестирования;
- **системное и приемочное тестирование –** выполняется проверка функционирования программной системы в целом (полностью интегрированная система), после помещения в ее аппаратную среду в соответствии со спецификацией требований к ПО;
- **производство, эксплуатация и сопровождение –** ПО запускается в производство. На этой фазе предусмотрены также модернизация и внесение поправок;
- **приемочные испытания (на Рисунок** не показаны) – позволяет пользователю протестировать функциональные возможности системы на соответствие исходным требованиям. После окончательного тестирования ПО и окружающее его аппаратное обеспечение становятся рабочими. После этого обеспечивается сопровождение системы.

Преимущества V-образной модели. При использовании V-образной модели при разработке проекта, для которого она в достаточной мере подходит, обеспечивается несколько преимуществ:

- в модели особое значение придается планированию, направленному на верификацию и аттестацию разрабатываемого продукта на ранних стадиях его разработки. Фаза модульного тестирования подтверждает правильность детализированного проектирования. Фазы интеграции и тестирования реализуют архитектурное проектирование или проектирование на высшем уровне. Фаза тестирования системы подтверждает правильность выполнения этапа требований к продукту и его спецификации;
- в модели предусмотрены аттестация и верификация всех внешних и внутренних полученных данных, а не только самого программного продукта;
- в V-образной модели определение требований выполняется перед разработкой проекта системы, а проектирование ПО — перед разработкой компонентов;
- модель определяет продукты, которые должны быть получены в результате процесса разработки, причем каждые полученные данные должны подвергаться тестированию;
- благодаря модели менеджеры проекта может отслеживать ход процесса разработки, так как в данном случае вполне возможно воспользоваться временной шкалой, а завершение каждой фазы является контрольной точкой;
- модель проста в использовании (относительно проекта, для которого она является приемлемом).

Недостатки V-образной модели. При использовании V-образной модели в работе над проектом, для которого она не является в достаточной степени приемлемой, становятся очевидными ее недостатки:

- с ее помощью непросто справиться с параллельными событиями;
- в ней не учтены итерации между фазами;

- в модели не предусмотрено внесение требования динамических изменений на разных этапах жизненного цикла;
- тестирование требований в жизненном цикле происходит слишком поздно, вследствие чего невозможно внести изменения, не повлияв при этом на график выполнения проекта;
- в модель не входят действия, направленные на анализ рисков.

Графически модель зачастую изображается (как показано на Рисунок 4) без указания интегральных задач. Этот вопрос достаточно легко решается, он здесь упоминается только для того, чтобы напомнить читателю о том, что интегральные задачи имеют место при использовании всех моделей жизненного цикла.

С целью преодоления этих недостатков V-образную модель можно модифицировать, включив в нее итерационные циклы, предназначенные для разрешения изменений в требованиях за рамками фазы анализа.

Область применения V-образной модели. Подобно своей предшественнице, каскадной модели, V-образная модель лучше всего срабатывает тогда, когда вся информация о требованиях доступна заранее. Общераспространенная модификация V-образной модели, направленная на преодоление ее недостатков, включает в себя внесение итерационных циклов для разрешения изменения в требованиях за рамками фазы анализа.

Использование модели эффективно в том случае, когда доступными являются информация о методе реализации решения и технология, а персонал владеет необходимыми умениями и опытом в работе с данной технологией.

V-образная модель — это отличный выбор для систем, в которых требуется высокая надежность, таких как прикладные программы для наблюдения за пациентами в клиниках, а также встроенное ПО для устройств управления аварийными подушками безопасности в автомобилях.

Прототипирование — это процесс построения рабочей модели системы. Прототип — это эквивалент экспериментальной модели или "макета" в мире аппаратного обеспечения.

4.5.3. Модель прототипирования жизненного цикла разработки ПО

Прототипирование — это процесс построения рабочей модели системы. Прототип — это эквивалент экспериментальной модели или "макета" в мире аппаратного обеспечения.

Выполнение эволюционных программ происходит в рамках контекста плана, направленного на достижение предельно высокой производительности. Этот метод также предполагает, что разработка инкрементов программы очевидна для пользователя, который принимает участие в течение всего процесса разработки.

"Быстрая" частичная реализация системы создается перед этапом определения требований или на его протяжении. Конечные пользователи системы используют ускоренный прототип, а затем путем обратной связи сообщают о своем достижении команде, работающей над проектом, для дальнейшего уточнения требований к системе. Процесс уточнения продолжается до тех пор, пока пользователь не получит то, что ему требуется. После завершения процесса определения требований путем разработки ускоренных прототипов, получают детальный проект системы, а ускоренный прототип регулируется при использовании кода или внешних утилит, в результате чего получают конечный рабочий продукт. В идеале можно вывести, при чем без излишних затрат, модель прототипирования высокого качества, не экономя на документации, анализе, проектировании, тестировании и т.д. Следовательно, она получила название "структурной модели быстрого прототипирования", как показано на рисунке 4.6.

Начало жизненного цикла разработки помещено в центре эллипса. Пользователь и программист разрабатывают предварительный план проекта, руководствуясь при этом предварительными требованиями. Используя методы ускоренного анализа, пользователь и программист совместно работают над определением требований и спецификаций для важнейших частей воображаемой системы. Планирование проекта — это первое действие на этапе быстрого анализа, с помощью которого получают документ, описывающий в общих чертах примерные графики и результативные данные.

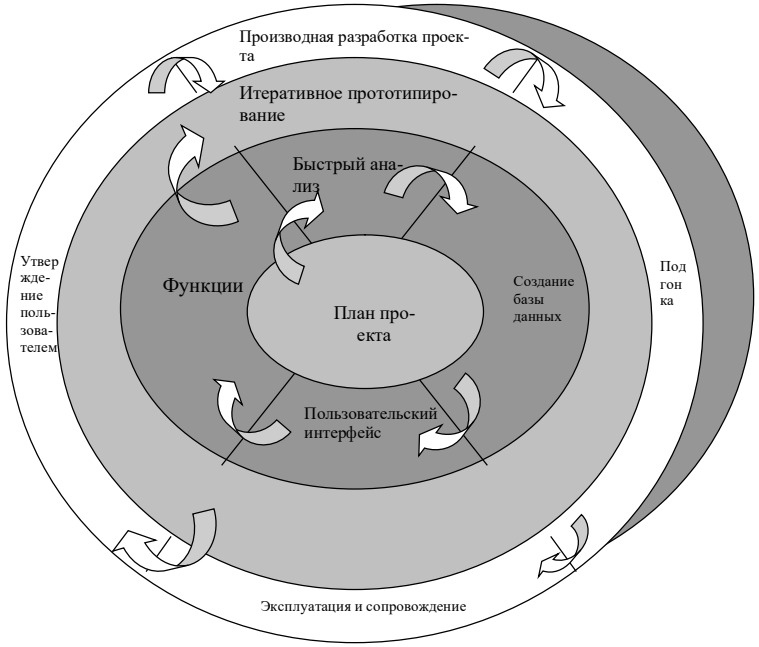


Рисунок 4.6. Структурная эволюционная модель быстрого прототипирования

Таким образом, создается план проекта, а затем выполняется быстрый анализ, после чего проектируется база данных, пользовательский интерфейс и разработка функций. Второе действие — это быстрый анализ, на протяжении которого предварительные опросы пользователей используются для разработки умышленно неполной высокоуровневой модели системы на уровне документации. В результате выполнения этой задачи получают документ, содержащий частичную спецификацию требований, который используется для построения исходного прототипа, создаваемого на последующих трех этапах. Дизайнер конструирует модель (используя для этого

инструментальные средства), то есть частичное представление системы, которое включает в себя только те базовые свойства, которые необходимы для удовлетворения требований заказчика. Затем начинается итерационный цикл быстрого прототипирования. Разработчик проекта демонстрирует прототип, а пользователь оценивает его функционирование. После этого определяются проблемы, над устранением которых совместно работают пользователь и дизайнер. Этот процесс продолжается до тех пор, пока пользователь не будет удовлетворен тем, каким образом система отображает поставленные к ней требования. Команда разработчиков проекта продолжает выполнять этот процесс до тех пор, пока пользователь не согласится, что быстрый прототип в точности отображает системные требования. Создание базы данных представляет собой первую из этих двух фаз. После создания исходной базы данных можно начать разработку меню, после чего следует разработка функций, то есть создается рабочая модель. Затем модель демонстрируют пользователю с целью получения предложений по ее усовершенствованию, которые объединяются в последовательные итерации до тех пор, пока рабочая модель не окажется удовлетворительной. Затем получают официальное одобрение пользователем функциональных возможностей прототипа. После этого создается документ предварительного проекта системы. Основным компонентом является фаза итерации прототипа, на протяжении которого при использовании сценариев, предоставленных рабочей моделью, пользователь может разыграть роли и потребовать, чтобы последовательное уточнение модели продолжалось до тех пор, пока не будут удовлетворены все функциональных требования. Получив одобрение пользователя, быстрый прототип преобразуют детальный проект, и систему настраивают на производственное использование. Именно на этом этапе настройки ускоренный прототип становится полностью действующей системой, которая заменяет собой частичную систему, полученную в итерационном цикле прототипирования.

Детализированный проект можно также получить на основе прототипов. В этом случае настройка прототипа выполняется при

использовании кода или внешних утилит. Дизайнер использует утвержденные требования в качестве основы для проектирования производственного ПО.

При разработке производственной версии программы, может возникнуть необходимость в дополнительной работе. Может понадобиться более высокий уровень функциональных возможностей, различные системные ресурсы, необходимых для обеспечения полной рабочей нагрузки, или ограничения во времени. После этого следуют тестирование в предельных режимах, определение измерительных критериев и настройка, а затем, как обычно, функциональное сопровождение.

Заключительная фаза представляет собой функционирование и сопровождение, отображают действия, направленные на перемещение системы в стадию производственного процесса.

Не существует "правильного" способа использования метода прототипирования. Полученный результат может не пригодиться, может быть использован в качестве основания для последующей модернизации или превращен в продукт, используемого процесса и желаемого качества в зависимости от исходных целей. Понятно, что при использовании *эволюционного* прототипирования снижаются затраты и оптимизируется соблюдение графиков, поскольку каждый из его компонентов находит свое применение.

Преимущества структурной эволюционной модели быстрого прототипирования

При использовании структурной эволюционной модели быстрого прототипирования для приемлемого проекта проявляются следующие преимущества:

- конечный пользователь может "увидеть" системные требования в процессе их сбора командой разработчиков; таким образом, взаимодействие заказчика с системой начинается на раннем этапе разработки;
- исходя из реакции заказчиков на демонстрации разрабатываемого продукта, разработчики получают сведения об одном или не-

скольких аспектах поведения системы, благодаря чему сводится к минимуму количество неточностей в требованиях;

• снижается возможность возникновения путаницы, искажения информации или недоразумений при определении системных требований, что несомненно приводит к созданию более качественного конечного продукта;

• в процесс разработки можно внести новые или неожиданные требования пользователя, что порой необходимо, так как реальность может отличаться от концептуальной модели реальности;

• модель представляет собой формальную спецификацию, воплощенную в рабочую модель;

• модель позволяет выполнять гибкое проектирование и разработку, включая несколько итераций на всех фазах жизненного цикла;

• при использовании модели образуются постоянные, видимые признаки прогресса в выполнении проекта, благодаря чему заказчики чувствуют себя уверенно;

• возможность возникновения разногласий при общении заказчиков с разработчиками минимизирована;

• ожидаемое качество продукта определяется при активном участии пользователя в процесс на ранних фазах разработки;

• возможность наблюдать ту или иную функцию в действии пробуждает очевидную необходимость в разработке функциональных дополнительных возможностей;

• благодаря меньшему объему доработок уменьшаются затраты на разработку;

• благодаря тому, что проблема выявляется до привлечения дополнительных ресурсов сокращаются общие затраты;

• обеспечивается управление рисками;

• документация сконцентрирована на конечном продукте, а не на его разработке;

• принимая участие в процессе разработки на протяжении всего жизненного цикла, пользователи в большей степени будут довольны полученными результатами.

***Недостатки структурной эволюционной модели быстрого прототипирования*:**

• модель может быть отклонена из-за создавшейся среди консерваторов репутации о ней как о "разработанном на скорую руку" методе;

• разработанные "на скорую руку" прототипы, в отличие от эволюционных ускоренных прототипов, страдают от неадекватной или недостающей документации;

• если цели прототипирования не согласованы заранее, процесс может превратиться в упражнение по созданию хакерского кода;

• с учетом создания рабочего прототипа, качеству всего ПО или долгосрочной эксплуатационной надежности может быть уделено недостаточно внимания.

• иногда в результате использования модели получают систему с низкой рабочей характеристикой, особенно если в процессе ее выполнения пропускается этап подгонки;

• при использовании модели решение трудных проблем может отодвигаться на будущее. В результате это приводит к тому, что последующие полученные продукты могут не оправдать надежды, которые возлагались на прототип;

• если пользователи не могут участвовать в проекте на итерационной фазе быстрого прототипирования жизненного цикла, на конечном продукте могут отразиться неблагоприятные воздействия, включая проблемы, связанные с его качественной характеристикой;

• на итерационном этапе прототипирования быстрый прототип представляет собой частичную систему. Если выполнение проекта завершается досрочно, у конечного пользователя останется только лишь частичная система;

• несовпадение представлений заказчика и разработчиков об использовании прототипа может привести к созданию другого пользовательского интерфейса;

• заказчик может предпочесть получить прототип, вместо того, чтобы ждать появления полной, хорошо продуманной версии;

• если язык или среда прототипирования не сочетаются с производственным языком или окружением, всесторонняя реализация продукционной системы может быть задержана;

• прототипирование вызывает зависимость и может продолжаться слишком долго. Нетренированные разработчики могут попасть в так называемый цикл "кодирование — устранение ошибок" (code-and-fix cycle), что приводит к дорогостоящим незапланированным итерациям прототипирования;

• разработчики и пользователи не всегда понимают, что когда прототип превращается в конечный продукт, все еще существует необходимость в традиционной Документации. Если она отсутствует, модифицировать модель на более поздних этапах может оказаться более дорогостоящим занятием, чем просто не воспользоваться созданным прототипом;

• когда заказчики, удовлетворенные прототипом, требуют его немедленной поставки, перед менеджером программного проекта возникает соблазн пойти им навстречу;

• на заказчиков могут неблагоприятно повлиять сведения об отличии между прототипом и полностью разработанной системой, готовой к реализации;

• на заказчиков может оказать негативное влияние тот факт, что они не располагают информацией о точном количестве итераций, которые будут необходимы;

• на разработку системы может быть потрачено слишком много времени, так как итерационный процесс демонстрации прототипа и его пересмотр могут продолжаться бесконечно без надлежащего управления процессом. У пользователей может возникнуть стремление пополнять список элементов, предназначенных для прототипирования до тех пор, пока проект не достигнет масштаба, значительно превышающего рамки, определенные анализом осуществимости проектного решения;

• при выборе инструментальных средств прототипирования (операционные системы, языки и малопродуктивные алгоритмы)

разработчики могут остановить свой выбор на менее подходящем решении, только чтобы продемонстрировать свои способности;

• структурные методы не используются, чтобы не помешать выполнению анализа. При прототипировании необходимо провести "реальный" анализ требований, осуществить проектирование и обратить внимание на качество с целью создания программы, допускающей сопровождение, точно так же, как и в любой другой модели жизненного цикла (хотя на эти действия может понадобиться меньше времени и ресурсов).

Область применения структурной эволюционной модели быстрого прототипирования

Менеджер проекта может быть уверен в необходимости применения структурной эволюционной модели быстрого прототипирования, если:

• требования не известны заранее;

• требования не постоянны или могут быть неверно истолкованы или неудачно сформулированы;

• следует уточнить требования;

• существует потребность в разработке пользовательских интерфейсов;

• нужна проверка концепции;

• осуществляются временные демонстрации;

• построенное по принципу структурной модели, эволюционное быстрое прототипирование можно успешно использовать в больших системах, в которых некоторые модели подвергаются прототипированию, а некоторые— разрабатываются более традиционным образом;

• выполняется новая, не имеющая аналогов разработка (в отличие от эксплуатации продукта на уже существующей системе);

• требуется уменьшить неточности в определении требований; т.е. уменьшается риск создания системы, которая не имеет никакой ценности для заказчика;

• требования подвержены быстрым изменениям, когда заказчик неохотно соглашается на фиксированный набор требований или если о прикладной программе отсутствует четкое представление;

• разработчики не уверены в том, какую оптимальную архитектуру или алгоритмы следует применять;

• алгоритмы или системные интерфейсы усложнены;

• требуется продемонстрировать техническую осуществимость, когда технический риск высок;

• задействованы высокотехнологические системы с интенсивным применением ПО, где можно лишь обобщенно, но не точно сформулировать требования, лежащие за пределами главной характеристики;

• разрабатывается ПО, особенно в случае программ, когда проявляется средняя и высокая степень риска;

• осуществляется применение в комбинации с каскадной моделью: на начальном этапе проекта используется прототипирование, а на последнем — фазы каскадной модели с целью обеспечения функциональной эффективности системы и качества;

• прототипирование всегда следует использовать вместе с элементами анализа и проектирования, применяемыми при объектно-ориентированной разработке. Быстрое прототипирование особенно хорошо подходит для разработки интенсивно используемых систем пользовательского интерфейса, таких как индикаторные панели для контрольных приборов, интерактивные системы, новые в своем роде продукты, а также системы обеспечения принятия решений, среди которых можно назвать подачу команд, управление или медицинскую диагностику.

4.5.4. Модель быстрой разработки приложений RAD (Rapid Application Development)

Благодаря методу RAD пользователь задействован на всех фазах жизненного цикла разработки проекта – не только при определении требований, но и при проектировании, разработке, тестировании, а также конечной поставке программного продукта.

Это обеспечивается наличием средств разработки графического пользовательского интерфейса и кодогенераторов. Такие инструментальные средства, как Oracle Designer, JavaJbuilder 3, Linux, Visual C++, Visual Basic 6, SAS, и другие можно использовать в качестве средств для быстрой разработки приложений.

Характерной чертой RAD является короткое время перехода от определения требований до создания полной системы. Метод основывается на последовательности итераций эволюционной системы или прототипов, критический анализ которых обсуждается с заказчиком. В процессе такого анализа формируются требования к продукту.

Разработка каждого интегрированного продукта ограничивается четко определенным периодом времени, который, как правило, составляет 60 дней и называется временным блоком.

Факторы, позволяющие создать систему за 60 дней, причем без ущерба качеству, включают в себя использование мощных инструментальных средств разработки, высокий уровень фактора повторного использования, а также осмысленные и выделенные ресурсы.

Фазы модели RAD

Модель RAD проходит через следующие фазы:

• ***этап планирования требований*** — сбор требований выполняется при использовании рабочего метода, называемого совместным планированием требований (Joint requirements planning, JRP), который представляет собой структурный анализ и обсуждение имеющихся коммерческих задач;

• ***пользовательское описание*** — совместное проектирование приложения (Joint application design, JAD) используется с целью привлечения пользователей; на этой фазе проектирования системы, не являющейся промышленной, работающая над проектом команда зачастую использует автоматические инструментальные средства, обеспечивающие сбор пользовательской информации;

• ***фаза конструирования ("до полного завершения")*** — эта фаза объединяет в себе детализированное проектирование, построе-

ние (кодирование и тестирование), а также поставку программного продукта заказчику за определенное время. Сроки выполнения этой фазы в значительной мере зависит от использования генераторов кода, экранных генераторов и других типов производственных инструментальных средств;

• ***перевод на новую систему эксплуатации*** — эта фаза включает проведение пользователями приемочных испытаний, установку системы и обучение пользователей.

Преимущества модели RAD. При использовании модели RAD относительно проекта, для которого она в достаточной степени приемлема, проявляются следующие преимущества:

• время цикла разработки сокращается благодаря использованию мощных инструментальных средств;

• требуется меньшее количество специалистов (поскольку разработка системы выполняется усилиями команды, осведомленной в предметной области);

• существует возможность произвести быстрый изначальный просмотр продукта;

• уменьшаются затраты (благодаря сокращенному времени цикла и усовершенствованной технологии, а также меньшему количеству задействованных в процессе разработчиков);

• благодаря принципу временного блока уменьшаются затраты и риск, связанный с соблюдением графика;

• обеспечивается эффективное использование имеющихся в наличии средств и структур;

• постоянное присутствие заказчика сводит до минимума риск неудовлетворения продуктом и гарантирует соответствие системы коммерческим потребностям и надёжность программного продукта в эксплуатации;

• в состав каждого временного блока входит анализ, проектирование и внедрение (фазы отделены от действий);

• интеграции констант предотвращают возникновение проблем и способствуют созданию обратной связи с потребителем;

• основное внимание переносится с документации на код, причем при этом справедлив принцип "получаете то, что видите" (What you see is what you get, WYSIWYG);

• в модели используются следующие принципы и инструментальные средства моделирования: деловое моделирование (методы передачи информации, место генерирования информационных потоков, кем и куда направляется, каким образом обрабатывается); моделирование данных (происходит идентификация объектов данных и атрибутов, а также взаимосвязей); моделирование процесса (выполняется преобразование объектов данных); генерирование приложения (методы четвертого поколения);

• повторное использование компонент уже существующих программ.

Недостатки модели RAD. Если эта модель применяется для проекта, для которого она не подходит в полной мере, могут сказываться следующие недостатки:

• Непостоянное участие пользователя может негативно сказаться на конечном продукте (т.е. если пользователи не могут постоянно принимать участие в процессе разработки на протяжении всего жизненного цикла, это может негативно сказаться на конечном продукте);

• при использовании этой модели необходимо достаточное количество высококвалифицированных разработчиков, (умеющих воспользоваться выбранными инструментальными средствами разработки для ускорения времени разработки);

• использование модели может оказаться неудачным в случае отсутствия пригодных для повторного использования компонент;

• могут возникать затруднения при использовании модели совместно с наследственными системами и несколькими интерфейсами;

• возникает потребность в системе, которая может быть смоделирована корректным образом;

• для реализации модели требуются разработчики и заказчики, которые готовы к быстрому выполнению действий ввиду жестких временных ограничений;

• для обеспечения быстрой реакции на информацию, поступающую в результате налаженной обратной связи с пользователем, необходим эффективный ускоренный процесс разработки.

• при использовании модели "вслепую" на затраты и дату завершения работы над проектом ограничения не накладываются;

• команды, разрабатывающие коммерческие проекты с помощью модели RAD, могут "затянуть" разработку программного продукта до такой степени, что его поставка конечному пользователю будет под большим вопросом;

• существует риск, что работа над проектом никогда не будет завершена, – в связи с этим менеджер проекта должен сотрудничать как с командой разработчиков, так и с заказчиком, что позволит избежать появления замкнутого цикла.

Область применения модели RAD. Менеджер проекта может быть уверен в том, что модель RAD подходит для применения в конкретной ситуации в случае, если имеются в наличии некоторые из приведенных ниже условий-причин:

• в системах, которые поддаются моделированию (тех которые основаны на использовании компонентных объектов), а также в масштабируемых системах;

• в системах, требования для которых в достаточной мере хорошо известны;

• в случаях, когда конечный пользователь может принимать участие в процессе разработки на протяжении всего жизненного цикла;

• когда пользователи хотят принимать активное участие в использовании автоматических инструментальных средств;

• при невысокой степени технических рисков;

• при выполнении проектов, разработка которых должна быть выполнена в сокращенные сроки (как правило, не более, чем за 60 дней);

• в системах, которые можно поместить во временной блок с целью обеспечения функциональных возможностей на последовательной основе;

• когда пригодные к повторному использованию части можно получить из автоматических хранилищ программных продуктов;

• в системах, которые предназначены для концептуальной проверки, являются некритическими или имеют небольшой размер;

• когда затраты и соблюдение графика не являются самым важным вопросом (например при разработке внутренних инструментальных средств);

• в информационных системах;

4.5.5. Инкрементная модель жизненного цикла разработки ПО.

Инкрементная разработка представляет собой процесс частичной реализации всей системы и медленного наращивания функциональных возможностей. Этот подход позволяет уменьшить затраты, понесенные до момента достижения уровня исходной производительности. С помощью этой модели ускоряется процесс создания функционирующей системы. Этому способствует применяемый принцип компоновки из стандартных блоков, благодаря которому обеспечивается контроль над процессом разработки изменяющихся требований.

Инкрементная модель действует по принципу каскадной модели с перекрытиями, благодаря чему функциональные возможности продукта, пригодные к эксплуатации, формируется раньше. Для этого может понадобиться полный заранее сформированный набор требований, которые выполняются в виде последовательных, небольших по размеру проектов, либо выполнение проекта может начаться с формулирования общих целей, которые затем уточняются и реализуются группами разработчиков.

Подобное усовершенствование каскадной модели одинаково эффективно при использовании как в случае чрезвычайно больших, так и небольших проектов.

А теперь будет рассмотрен небольшой пример продукта, разработанного в результате выполнения трех инкрементных этапов. Здесь на инкременте 1 определяются базовые алгоритмы и выходные данные, на инкременте 2 добавляются некоторые ценные возможности производственного типа, такие как возможность занесения в файл и выборки результатов предыдущих прогонов программы, а на инкременте 3 добавляются различные полезные свойства к пользовательскому интерфейсу, а также к заранее определенным вычислительным свойствам системы.

Инкрементная модель описывает процесс, при выполнении которого первостепенное внимание уделяется системным требованиям, а затем их реализации в группах разработчиков. Как правило, со временем инкременты уменьшаются и реализуют каждый раз меньшее количество требований. Каждая последующая версия системы добавляет к предыдущей определенные функциональные возможности до тех пор, пока не будут реализованы все запланированные возможности. В этом случае можно уменьшить затраты, контролировать влияние изменяющихся требований и ускорить создание функциональной системы благодаря использованию метода компоновки из стандартных блоков.

Фазы инкрементной модели ЖЦ разработки ПО

Предполагается, что на ранних этапах жизненного цикла (планирование, анализ и разработка проекта) выполняется конструирование системы в целом. На этих этапах определяются относящиеся к ним инкременты и функции.

Каждый инкремент затем проходит через остальные фазы жизненного цикла: кодирование, тестирование и поставку.

Сначала выполняется конструирование, тестирование и реализация набора функций, формирующих основу продукта, или требований первостепенной важности, играющих основную роль для

успешного выполнения проекта либо снижающих степень риска. Последующие итерации распространяются на ядро системы, постепенно улучшая ее функциональные возможности или рабочую характеристику. Добавление функций осуществляется с помощью выполнения существенных инкрементов с целью в комплексного удовлетворения потребностей пользователя. Каждая дополнительная функция аттестуется в соответствии с целым набором требований.

Преимущества инкрементной модели

Применяя инкрементную модель при разработке проекта, для которого она подходит в достаточной мере, можно убедиться в следующих ее преимуществах:

- не требуется заранее тратить средства, необходимые для разработки всего проекта (поскольку сначала выполняется разработка и реализация основной функции или функции из группы высокого риска);
- в результате выполнения каждого инкремента получается функциональный продукт;
- заказчик располагает возможностью высказаться по поводу каждой разработанной версии системы;
- правило по принципу "разделяй и властвуй" позволяет разбить возникшую проблему на управляемые части, благодаря чему предотвращается формирование громоздких перечней требований, выдвигаемых перед командой разработчиков;
- существует возможность поддерживать постоянный прогресс в ходе выполнения проекта;
- снижаются затраты на первоначальную поставку программного продукта;
- ускоряется начальный график поставки (что позволяет соответствовать возросшим требованиям рынка);
- снижается риск неудачи и изменения требований;
- заказчики могут распознавать самые важные и полезные функциональные возможности продукта на более ранних этапах разработки;

• риск распределяется на несколько меньших по размеру инкрементов (не сосредоточен в одном большом проекте разработки);

• требования стабилизируются (посредством включения в процесс пользователей) на момент создания определенного инкремента, поскольку не являющиеся особо важными изменения отодвигаются на момент создания последующих инкрементов;

• инкременты функциональных возможностей несут больше пользы и проще при тестировании, чем продукты промежуточного уровня при поуровневой разработке по принципу "сверху - вниз"

• улучшается понимание требований для более поздних инкрементов (что обеспечивается благодаря возможности пользователя получить представление о раннее полученных инкрементов на практическом уровне);

• в конце каждой инкрементной поставки существует возможность пересмотреть риски, связанные с затратами и соблюдением установленного графика;

• использование последовательных инкрементов позволяет объединить полученный пользователями опыт в виде усовершенствованного продукта, затратив при этом намного меньше средств, чем требуется для выполнения повторной разработки;

• в процессе разработки можно ограничить количество персонала таким образом, чтобы над поставкой каждого инкремента последовательно работала одна и та же команда и все задействованные в процессе разработки команды не прекращали работу над проектом (график распределения рабочей силы может выравниваться посредством распределения по времени объема работы над проектом);

• возможность начать построение следующей версии проекта на переходном этапе предыдущей версии сглаживает изменения, вызванные сменой персонала;

• в конце каждой инкрементной поставки существует возможность пересмотреть риски, связанные с затратами и соблюдением установленного графика;

• потребности клиента лучше поддаются управлению, поскольку время разработки каждого инкремента очень незначительно;

• поскольку переход из настоящего в будущее не происходит моментально, заказчик может привыкать к новой технологии постепенно;

• ощутимые признаки прогресса при выполнении проекта помогают поддерживать вызванное соблюдением графика "давление" на управляемом уровне.

Недостатки инкрементной модели. При использовании этой модели относительно проекта, для которого она подходит не в достаточной мере, проявляются следующие недостатки:

• в модели не предусмотрены итерации в рамках каждого инкремента;

• определение полной функциональной системы должно осуществляться в начале жизненного цикла, чтобы обеспечить определение инкрементов;

• формальный критический анализ и проверку намного труднее выполнить для инкрементов, чем для системы в целом;

• заказчик должен осознавать, что общие затраты на выполнение проекта не будут снижены;

• поскольку создание некоторых модулей будет завершено значительно раньше других, возникает необходимость в четко определенных интерфейсах;

• использование на этапе анализа общих целей, вместо полностью сформулированных требований, может оказаться неудобным для руководства;

• для модели необходимы хорошее планирование и проектирование: руководство должно заботиться о распределении работы, а технический персонал должен соблюдать субординацию в отношениях между сотрудниками.

• может возникнуть тенденция к оттягиванию решений трудных проблем на будущее с целью продемонстрировать руководству успех, достигнутый на ранних этапах разработки;

Область применения инкрементной модели. Менеджер проекта может быть уверен в целесообразности применения модели, если для этого имеются следующие причины:

• если большинство требований можно сформулировать заранее, но их появление ожидается через определенный период времени;

• если рыночное окно слишком "узкое" и существует потребность быстро поставить на рынок продукт, имеющий функциональные базовые свойства;

• для проектов, на выполнение которых предусмотрен большой период времени разработки, как правило, один год;

• при равномерном распределении свойств различной степени важности;

• когда при рассмотрении риска, финансирования, графика выполнения проекта, размера программы, ее сложности или необходимости в реализации на ранних фазах оказывается, что самым оптимальным вариантом является применение принципа пофазовой разработки;

• при разработке программ, связанных с низкой или средней степенью риска;

• при выполнении проекта с применением новой технологии, что позволяет пользователю адаптироваться к системе путем выполнения более мелких инкрементных шагов, без резкого перехода к применению основного нового продукта;

• когда однопроходная разработка системы связана с большой степенью риска;

• когда результативные данные получаются через регулярные интервалы времени.

4.5.6. Спиральная модель жизненного цикла разработки ПО.

Спиральная модель воплощает в себе преимущества каскадной модели. При этом в нее также включены анализ рисков, управление ими, а также процессы поддержки и менеджмента. Здесь также предусмотрена разработка программного продукта при использовании метода прототипирования или быстрой разработки приложений посредством применения языков программирования и средств разработки четвертого поколения (и выше).

Модель отображает базовую концепцию, которая заключается в том, что каждый цикл представляет собой набор операций, которому соответствует такое же количество стадий, как и в модели каскадного процесса. Причем принимается во внимание каждая составляющая часть продукта, и каждый уровень сложности, начиная с общей формулировки потребностей и заканчивая кодированием каждой отдельной программы.

Стадии разработки спиральной модели

В каждый квадрант модели входят целевые и вспомогательные действия. Ниже перечислены эти квадранты.

• ***определение целей, альтернативных вариантов и ограничений.***

Выполняется определение целей, таких как рабочая характеристика, выполняемые функции, возможность внесения изменений, решающих факторов достижения успехам и аппаратного/программного интерфейса. Определяются альтернативные способы реализации этой части продукта (конструирование, повторное использование, покупка, субдоговор, и т.п.). Определяются ограничения, налагаемые на применение альтернативных вариантов (затраты, график выполнения, интерфейс, ограничения, относящиеся к среде и др.). Создается документация, подтверждающая риски, связанные с недостатком опыта в данной сфере, применением новой технологии, жесткими графиками, плохо организованными процессами и т.д.;

• ***оценка альтернативных вариантов, идентификация и разрешение рисков.***

Выполняется оценка альтернативных вариантов, относящихся к целям и ограничениям. Выполняется определение и разрешение рисков (менеджмент рисков, методика экономически выгодного выбора источников разрешения, оценка остальных связанных с риском ситуаций, когда деньги могут быть потеряны из-за продолжения разработки системы (решения о прекращении/продолжении работ над проектом, и т.п.);

• ***разработка продукта следующего уровня.***

Типичные действия, выполняемые на этой стадии, могут включать в себя создание проекта, критический анализ проекта, разработку кода, проверку кода, тестирование и компоновку продукта. Первая создаваемая версия продукта основывается на том, что попадает в поле зрения заказчика. Затем начинается фаза планирования: программа возвращается в исходное состояние с целью учета реакции клиента. Каждая последующая версия более точно воплощает требования заказчика. Степень вносимых изменений от одной версии программы к следующей уменьшается с каждой новой версией, что, в конечном счете, приводит к получению функциональной системы;

• ***планирование следующей фазы.***

Типичные действия на этой стадии могут включать в себя разработку плана проекта, разработку плана менеджмента конфигурацией, разработку плана тестирования и разработку плана установки программного продукта.

Чтобы лучше понять спиральную модель, изображенную на Рисунок 6, нужно начинать с центра в квадранте 1 (определение целей, альтернативных вариантов и ограничений), исследовать риски, составить план их разрешения, подготовиться к следующей итерации и переместиться вправо.

Для каждой итерации следует определить цели, альтернативные варианты и ограничения; установить и разрешить риски; дать оценку альтернативным вариантам разработать результативные

данные для этой итерации и подтвердить их правильность; спланировать следующую итерацию. Затем следует выбрать метод осуществления следующей итерации в случае, если требуется ее выполнять.

В квадрантах отсутствует заданное количество циклов. Их количество нужно выбрать по необходимости, а итерации можно адаптировать под определенный проект.

Следует отметить тот факт, что кодирование выполняется значительно позже, чем в других моделях. Смысл заключается в том, чтобы минимизировать риск посредством последовательных уточнений требований, выдвигаемых пользователем. В каждом "мини-проекте" (движении по спирали) рассматривается один или несколько главных факторов риска, начиная с фактора наивысшего риска. Типичные риски включают в себя неправильно истолкованные требования, архитектуру, потенциальные проблемы, связанные с эксплуатацией продукта, проблемы в базовой технологии и т.д.

При использовании принципа прототипирования разработчики могут избегать проверенных практических методов разработки системы и неправильно использовать модель, мотивируя это причиной разработки "на скорую руку". Надлежащее использование спиральной модели или одного из ее вариантов поможет избежать "хакерства" и нарушения дисциплины. Как показано на Рисунок , после проведения анализа и оценки рисков в большом объеме в "хвосте" спиральной модели изображены этапы процесса, напоминающие каскадную модель.

Поскольку спиральная модель была разработана с большей тщательностью, чем другие методики, в разработке по принципу спирали особое внимание уделено оценке альтернативных вариантов и оценке рисков. Критический анализ, осуществляемый в конце каждой фазы, обеспечивает переход к следующей фазе или в случае необходимости определяет потребность в повторном выполнении каждой фазы.

Преимущества спиральной модели

При использовании спиральной модели при выполнении проекта, для которого она в достаточной мере подходит, проявляются следующие преимущества:

- спиральная модель разрешает пользователям "увидеть" систему на ранних этапах, что обеспечивается посредством использования ускоренного прототипирования в жизненном цикле разработки ПО;
- обеспечивается определение непреодолимых рисков без особых дополнительных затрат;
- эта модель разрешает пользователям активно принимать участие при планировании, анализе рисков, разработке, а также при выполнении оценочных действий;
- она обеспечивает разбиение большого потенциального объема работы по разработке продукта на небольшие части, в которых сначала реализуются решающие функции с высокой степенью риска, позволяющие устранить необходимость продолжения работы над проектом (таким образом, в случае необходимости становится возможным прекратить работу над проектом, и уменьшаются расходы);
- в модели предусмотрена возможность гибкого проектирования, поскольку в ней воплощены преимущества каскадной модели, и в тоже время, разрешены итерации по всем фазам этой же модели;
- реализованы преимущества инкрементной модели, а именно выпуск инкрементов, сокращение графика посредством перекрывания инкрементов, рассортированных по версиям, и неизменяемость ресурсов при постепенном росте системы;
- здесь не ставится цель выполнить невозможное — довести конструкцию до совершенства;
- обратная связь по направлению от пользователей к разработчикам выполняется с высокой частотой и на ранних этапах модели, что обеспечивает создание нужного продукта высокого качества;

- происходит усовершенствование административного управления над процессом обеспечения качества, правильностью выполнения процесса разработки, затратами, соблюдением графика и кадровым обеспечением, что достигается путем выполнения обзора в конце каждой итерации;
- повышается продуктивность благодаря использованию пригодных для повторного использования свойств;
- повышается вероятность предсказуемого поведения системы с помощью уточнения поставленных целей;
- при использовании спиральной модели не нужно распределять заранее все необходимые для выполнения проекта финансовые ресурсы;
- можно выполнять частую оценку совокупных затрат, а уменьшение рисков связано с затратами.

Недостатки спиральной модели

При использовании спиральной модели относительно проекта, для которого она *не* подходит в достаточной мере, проявляются следующие недостатки:

- если проект имеет низкую степень риска или небольшие размеры, модель может оказаться дорогостоящей. Оценка рисков после прохождения каждой спирали связана с большими затратами;
- модель имеет усложненную структуру, поэтому может быть затруднено ее применение разработчиками, менеджерами и заказчиками;
- серьезная нужда в высокопрофессиональных знаниях для оценки рисков;
- спираль может продолжаться до бесконечности, поскольку каждая ответная реакция заказчика на созданную версию может порождать новый цикл, что отдаляет окончание работы над проектом (принятие общего решения о прекращении процесса разработки);
- большое количество промежуточных стадий может привести к необходимости в обработке внутренней дополнительной и внешней документации;

• использование модели может оказаться дорогостоящим и даже недопустимым по средствам, так как время, затраченное на планирование, повторное определение целей, выполнение анализа рисков и прототипирование, может быть чрезмерным;

• при выполнении действий на этапе вне процесса разработки возникает необходимость в переназначении разработчиков;

• могут возникнуть затруднения при определении целей и стадий, указывающих на готовность продолжать процесс разработки на следующей итерации;

• отсутствие хорошего средства или метода прототипирования может сделать использование модели неудобным;

• в производстве использование спиральной модели еще не получило такого широкого масштаба, как применение других моделей.

Область применения спиральной модели

Менеджер проекта может быть уверен в целесообразности применения спиральной модели, если для этого существует хотя бы одна из следующего перечня причин:

• когда создание прототипа представляет собой подходящий тип разработки продукта;

• когда важно сообщить, каким образом будет происходит увеличение затрат, и подсчитать затраты, связанные с выполнением действий из квадранта риска;

• когда организация обладает навыками, требуемыми для адаптации модели;

• для проектов, выполнение которых сопряжено со средней и высокой степенью риска;

• когда нет смысла браться за выполнение долгосрочного проекта из-за потенциальных изменений, которые могут произойти в экономических приоритетах, и когда такая неопределенность может вызвать ограничение во времени;

• когда речь идет о применении новой технологии и когда необходимо протестировать базовые концепции;

• когда пользователи не уверены в своих потребностях;

• когда требования слишком сложные;

• при разработке новой функции или новой серии продуктов;

• когда ожидаются существенные изменения, например, при изучении или исследовательской работе;

• когда важно сконцентрировать внимание на неизменяемых или известных частях, при чем сбор информации об изменяющихся частях еще не закончен;

• в случае больших проектов;

• для организаций, которые не могут себе позволить выделить заранее все необходимые для выполнения проекта денежные средства, и когда в процессе разработки отсутствует финансовая поддержка;

• при выполнении затянувшихся проектов, которые могут вызывать раздражение у менеджеров и заказчиков;

• когда преимущества разработки невозможно точно определить, а достижение успеха не гарантировано;

• с целью демонстрации качества и достижения целей за короткий период времени;

• когда в процесс вовлекаются новые технологии, такие как впервые применяемые объектно-ориентированные принципы;

• при разработке систем, требующих большого объема вычислений, таких как систем, обеспечивающих принятие решений;

• при выполнении бизнес - проектов, а также проектов в области аэрокосмической промышленности, обороны и инжиниринга, где использование спиральной модели уже получило популярность.

4.5.7. Спиральная модель "Win-Win"

Спиральная модель "Win-Win" содержит в себе больше фаз, в которых внимание сконцентрировано на участии заказчика в процессе разработки. Это достигается путем добавления к начальной фазе каждого цикла так называемых действий ***Теории W*** (Theory W activities). ***Теория W***— это принцип менеджмента, при реализации которого особое значение придается ключевым организаторам сов-

местного дела, выполняющим разработку системы (пользователь, заказчик, разработчик, наладчик, создатель интерфейсов и т.д.), которые станут "победителями", если проект окажется успешным.

В этом методе, основанном на постоянном согласовании, циклы состоят из следующих фаз или стадий:

- определение участников следующего уровня;
- определение условий, необходимых для одержания участниками победы;
- согласование "победных" условий;
- формулирование целей, ограничений и альтернативных вариантов следующего уровня;
- оценка альтернативных вариантов на уровне продукта и процесса, разрешение рисков;
- определение следующего уровня продукта и процесса, включая сегментацию;
- обоснование определений продукта и процесса;
- обзор и комментарии.

Важной стадией является последующее планирование следующего цикла и обновление плана жизненного цикла, включая разделение системы на подсистемы, разработка которых осуществляется в ходе выполнения параллельных циклов. Эта стадия может включать в себя план прекращения проекта, если продолжение работы является слишком рискованным или невозможным. Также необходимо обеспечить, чтобы продолжение работы над проектом со стороны руководства осуществлялось согласно составленному плану.

Спиральная модель "win-win" имеет следующие преимущества:

- более быстрая разработка ПО благодаря содействию, оказываемому участниками проекта;
- уменьшение стоимости программ благодаря уменьшению объема переработок и текущего сопровождения;
- более высокий уровень удовлетворения со стороны участников проекта, достигаемого до разработки самого продукта;

- более высокое качество ПО благодаря использованию компромиссных качественно-атрибутивных моделей на уровне архитектуры;
- исследование большого количества вариантов построения архитектуры на ранних этапах разработки.

Эволюционный/инкрементный принцип

По своей природе разработка программного продукта при использовании эволюционного/инкрементного принципа часто затруднена. Вопросы возникают потому, что каждая инкрементная конструкция реализует лишь небольшую часть возможностей разрабатываемой системы. Помимо обычных критериев для принятия решений по разработки, может возникнуть необходимость ответа на дополнительные вопросы:

- является ли решение о разработке текущих функциональных свойств хорошей идеей с учетом текущего объема финансирования?
- наступило ли уже время рассматривать функциональные возможности системы (приоритеты пользователя, требования процесса эволюции)?
- стоят ли добавленные функциональные возможности потраченных на них средств (или "покрывается позолотой" лишь одна область функциональных возможностей прежде, чем будут разработаны все необходимые характеристики системы)?
- хватит ли у нас объема денежных средств на разработку требуемой системы в полном объеме?

Принцип V-образной инкрементной модели

Разработка хорошей модели жизненного цикла проекта означает заблаговременные капиталовложения, например, создание традиционной V-образной модели, смешанной с инкрементной, итеративной моделью разработки.

В этой модели предпринята попытка сбалансировать потребность в административном контроле с нуждами в технической инновации и ситуативной динамике.

Успешное использование V-образной тесно связано с тем, что происходит в контрольных точках. Эти точки представляют собой формальные механизмы, определяющие совместное принятие определенных решений по переходу к следующей фазе со стороны менеджеров и разработчиков. Вместе с периодическим проведением руководством обзоров и предварительных просмотров, контрольные точки побуждают к обсуждению вопросов, рисков и альтернатив. Значение каждой контрольной точки необходимо четко определить в рамках всего процесса. За такой высокоуровневой моделью кроются конкретные планы, основанные на точных предварительных оценках и четко определенных контрольных точках проектирования, способствующих достижению успеха.

4.5.8. Адаптированные модели жизненного цикла разработки ПО.

Иногда менеджер проекта выбирает модель жизненного цикла из какой-нибудь книги и затем руководствуется ею в процессе разработки. В других случаях может оказаться, что отсутствует именно та модель, которая в достаточной мере соответствовала бы потребностям проекта. Предположим, что требуется жизненный цикл, в котором предусмотрены возможные риски, но применение спиральной модели неоправданно. В этом случае нужно начать со спиральной модели и адаптировать ее к определенным потребностям. А если необходимо обеспечить функциональные возможности на уровне инкрементов, но также необходимо принять во внимание вопросы, связанные с надежностью системы? Тогда потребуется объединить инкрементную модель с V-образной моделью. Далее приведено несколько примеров адаптированных моделей.

Быстрое отслеживание

Методология построения жизненного цикла по принципу быстрого отслеживания заключается в ускоренном прохождении или пропуске одного или нескольких фаз жизненного цикла или процессов разработки. Многие или большинство из стандартных

стадий разработки выполняются в обычном режиме, в то время как выполнение других стадий и их область действия могут быть сокращены.

Адаптация жизненного цикла необходима для реализации принципа быстрого отслеживания, который эффективнее всего используется при выполнении второстепенных проектов по разработке и приобретению ПО. Необходимость в применении быстрого отслеживания может возникнуть в случае критической нехватки времени, например, при необходимости первым поставить серийно выпускаемый продукт на рынок или в случае возникновения угрозы национального характера для государственной организации. Помимо сокращения жизненный цикл, адаптированный в целях быстрого отслеживания, обычно является менее формальным. Полный срок службы поставленного продукта может быть коротким, что указывает на короткую фазу эксплуатации.

К проектам, при выполнении которых используется принцип быстрого отслеживания, должны прибегать лишь организации с повышенными дисциплинарными требованиями. Официально установленная и определенная среда разработки сводит до минимума возможные риски. При наличии четко выраженного постоянного набора требований и метода, предусмотренного для внесения изменений, вероятность достижения успеха при выполнении проектов за принципом быстрого отслеживания увеличивается.

Параллельный инжиниринг

Процесс параллельного инжиниринга (Concurrent engineering, CE) заключается в создании продуктов более высокого качества за меньший период времени.

Основной принцип использования этого метода заключается в том, что все аспекты жизненного цикла проекта должны учитываться в процессе от проектирования до производства как можно раньше. Благодаря раннему анализу более поздних этапов жизненного цикла выявляются проблемы, которые возникают далее в процессе разработки, а значит, это будет способствовать принятию проду-

манных и обоснованных решений на протяжении всего процесса разработки.

Метод параллельного инжиниринга успешно используется для проектирования ПО. При выполнении больших проектов отслеживание состояния на главных фазах жизненного цикла может обеспечить создание в высшей степени упрощенной модели.

В общих чертах можно отметить, что, как правило, параллельный инжиниринг состоит из нескольких действий (сбор требований, разработка проекта, кодирование, тестирование и т.д.), которые осуществляются одновременно. Кроме того, внутренние или внешние продукты проекта могут находиться в одном из нескольких состояний (в состоянии разработки, анализа, проверки, ожидания следующей стадии и др.)

При использовании этого метода следует оценить возможные технические риски, чтобы определить, совместима ли разрабатываемая технология с методикой ускоренной разработки, оставить свободное место в графике разработки, периодически производить оценку технологического процесса для определения того, является ли он по-прежнему совместимым с построенным планом, и чтобы, как и при использовании более традиционных жизненных циклов, обеспечить основу для проведения оценки и тестирования, поскольку игнорирование этих действия связано с крайним риском.

5. ФОРМАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ АИУС

5.1. Структуризация целей

Сформулируем закономерности целеобразования с учетом взаимодействия внешних и внутренних факторов задачи проектирования АИУС. Парадигма АИУС, открытой системы, требует обратить внимание не только на внешние факторы организации, для которой создается АИУС, но и на внутренние факторы, являющиеся источниками нестабильности поведения элементов и подсистем, непредсказуемости в принимаемых решениях, а также в способности адаптации к изменяющимся условиям. Это следствие наличия в

любой организации активных элементов, которые и обусловливают их способность противостоять энтропийным, разрушающим тенденциям и создавать неэнтропийные. Любые изменения могут потребовать пересмотра сложившегося подхода к функционированию организации, пересмотра методов функционирования АИУС. Необходимо организовать процесс коллективного формирования целей, способствующих повышению эффективности деятельности активных элементов организации.

Методы формулирования целей требуют достаточно полных определений целей и функций, подразделений и элементов, а также и элементов внешней среды. Необходимо провести оценку функций подсистем и элементов с точки зрения их значимости, трудоемкости, частоты выполнения, сформировать структуру целей и функций для новых методов и АИУС. Рассмотрим метод структурирования целей при проектировании АИУС для некоторого гипотетического объекта управления.

Модель структуризации цели формализуется графом, который имеет иерархическую структуру, причем, глобальная цель декомпозируется, начиная с верхнего уровня, до уровня задач, решаемых отдельными элементами. Модель в виде графа метода структурирования целей представлена на Рисунок 14. На графе реализована композиция отношений, устанавливающих связь между элементами и подсистемами медицинского учреждения и критериями, обеспечивающими достижение цели.

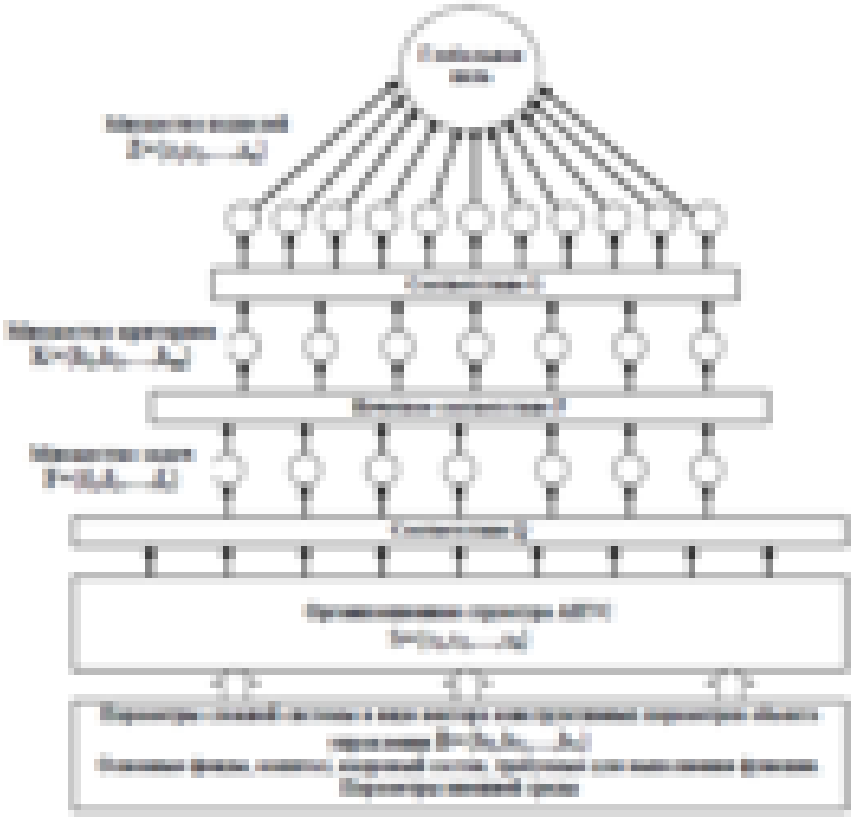


Рисунок 5.1. Модель метода структурирования целей.

Структуризация целей связана с решением групп задач:

- задачи определения отношения множества целей и совокупности критериев, определяющих эффективность функционирования АИУС, а именно:

- а) определение глобальной цели **Z** АИУС группой специалистов;

- б) определение множества подцелей **Z={z1z2,…,zn}** из глобальной цели и классификация элементов множества;

- в) задание множества критериев **K={k1,k2,…,km}** на совокупности элементов из множества **Z={z1z2,…,zn}**;

- задачи определения отношений множества элементов и подсистем, и совокупностью задач, решаемых на этом множестве:

- а) определение множества элементов и подсистем АИУС **S={s1,s2,…,sk}** и множества решаемых ими задач **F={f1,f2,…,fr}**;

б) определение множества **D={d1,d2,…,db}** производственных и организационно-деловых процессов, выполняемых целенаправленно в рамках заранее заданной организационной структуры;

в) задание множества и определение вида отношений между организационной структурой и задачами, направленными на достижение заданной цели.

При структурировании целей осуществляют идентификацию графиков соответствия **Q** между параметрами АИУС и решаемыми задачами. Параметры объекта управления заданы в виде вектора конструктивных параметров **B={b1,b2,…,bv}**, что позволяет выполнить формализацию состояний объекта управления. Учитывая внешнюю среду, следует ввести вектор конструктивных параметров внешней среды.

Решение задач определения состояния объекта управления, в пространстве состояний, связано с выбором критериев. Это задача, требующая применения знаний экспертов, разработки правил нечеткого логического вывода, связанного с принятием оптимальных решений. Результатом решения задачи выбора критериев будет множество критериев **K={k1,k2,…,km}** оценки состояния объекта управления и оценки эффективности функционирования, как объекта управления, так и АИУС. Соответствие **P** определяет отображение элементов множества задач **F={f1,f2,…,fr}** во множество критериев **K={k1,k2,…,km}**. Глобальная цель декомпозирована на множество **Z={z1z2,…,zn}**, элементы которого могут быть выделены только с применением методов, направленных на активизацию использования интуиции и опыта специалистов. Между множеством подцелей **Z={z1z2,…,zn}** и множеством критериев **K={k1,k2,…,km}** устанавливается соответствие **G**, в общем случае также нечеткое. Применение метода структуризации цели объекта управления поз-

воляет переходить к строгой постановке задач моделирования и проектирования АИУС.

5.2. Особенности проектирования АИУС в соответствии с поставленными целями.

Проектирование объекта связано с созданием, преобразованием в принятой форме образа этого объекта. Образ объекта, его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса. В любом случае проектирование начинается при наличии задания на проектирование, отражающего потребности в получении некоторого продукта.

Задание представляется в виде тех или иных документов и является исходным описанием проектируемого объекта. Результатом проектирование, как правило, служит полный комплект документации, содержащий достаточные сведения для изготовления объекта в заданных условиях. Эта документация представляет собой окончательное описание объекта. Преобразование исходного описания в окончательное порождает промежуточные описания (проектные решения), которые являются предметом рассмотрения с целью определения окончания процесса проектирования или выбора путей его продолжения. С информационной точки зрения проектирование – есть процесс преобразования входной информации, представленной в виде данных и (или) знаний об объекте проектирования, о состоянии знаний в рассматриваемой области и опыте проектирования объектов аналогичного назначения в выходную информацию в виде технической документации. С точки зрения теории принятия решений проектирование представляет собой процесс подготовки и принятия проектных решений, направленных на получение, удовлетворяющего заданию, описания проектируемого объекта. Процесс проектирования удобно рассматривать, как реализацию циклов управления типа «подготовка, принятие решения и реализация решения».

При проектировании возможно применение одной из трех концепций разработки АИУС:

- традиционная структура системы, состоящая из функциональных подсистем, автоматизирующих работу различных функциональных подразделений, реализуется на базе центральной ЭВМ (сервера баз данных);

- АРМ-технология (АРМ–автоматизированное рабочее место), реализуемая в виде системы интегрированных АРМ на базе ПЭВМ;

- смешанная структура информационной системы, в которой в состав функциональных подсистем включаются АРМ для наиболее ответственных или слабо регламентируемых функций, выполняемых специалистами различных подразделений.

Наиболее эффективна для решения задач проектирования смешанная концепция, которая позволяет полно и качественно отобразить все специфичные особенности структуры управления объектом.

При проектировании АИУС СКУ ставят задачу определения организационной структуры. В процессе структуризации АИУС разделим на подсистемы и их элементы. Подсистемы выделяют по функциям управления объектами, видам средств, обеспечивающих целостное функционирование системы управления, уровням иерархии системы и другим признакам.

При определении организационной структуры АИУС выделяют два вида подсистем: обеспечивающие и функциональные подсистемы. Функциональная часть состоит из комплексов административных, организационных и экономических методов, обеспечивающих решение задач функционирования объекта управления в подсистемах АИУС.

Подсистемы, входящие в функциональную часть называют функциональными подсистемами.

Обеспечивающая часть АИУС включает:

- информационное обеспечения АИУС - совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации и массивов информации;

- организационное обеспечение АИУС - совокупность средств и методов, предназначенных для проведения анализа существую-

щей системы управления, выбора и постановки задачи управления, организации управления и обслуживания;

- техническое обеспечение АИУС - комплекс технических средств;

- математическое обеспечение АИУС – совокупность математических методов, моделей и алгоритмов решения задач и обработки информации;

- программное обеспечение АИУС - совокупность программ регулярного применения, необходимых для решения функциональных задач, и программ, позволяющих наиболее эффективно эксплуатировать вычислительную технику. Необходимо так организовать работу комплекса технических средств, чтобы своевременно решать все задачи функциональных подсистем, как регламентированные во времени, так и возникающие в случайные моменты времени. Ядром организационной структуры АИУС является структура информационных потоков. Анализ и формализация структуры информационных потоков связаны с изучением существующей схемы документооборота, состава документов, определением объема передаваемой информации, разработкой модели информационных связей, а также рекомендации на оптимизацию документооборота.

5.3. Формализация параметров.

Задача формализации АИУС связана с формальным заданием **X, Y, Z** - векторов входных, выходных параметров и параметров состояния. Входные параметры АИУС это параметры **PR** объекта управления; совокупность информационных взаимосвязей между подразделениями **I,** (информация получена из анализа организационной структуры); совокупность требований технологического процесса **V,** (информация получена из анализа дерева целей); совокупность требований

(ограничений) к аппаратным средствам **U** АИУС; совокупность требований (ограничений) к программным средствам **PP** АИУС**,** (информация получена из анализа организационной структуры и совокупности целей); требуемые финансовые средства **ST.** Таким образом, множество **X=PR×I×U×V×PP×ST**.

Выходные параметры АИУС – это критерии эффективности функционирования **K**, параметры **PW** организационной структуры, множество реакций внешней среды на принимаемые решения **R**.

Множество выходных параметров определится **Y=K×PW×R**. Вектор критерия эффективности может быть представлен в виде **K={Bпр**, **Nпр**, **STпр} -** совокупности основных критериев: предельное быстродействие **Bпр**, предельная надежность **Nпр**, предельная стоимость **STпр.** Данный вектор может быть дополнен и другими параметрами.

В вектор параметров **PW** организационной структуры АИУС могут быть включены критерии, связанные с иерархичностью проектируемой АИУС. Это - число уровней иерархии, число подсистем (элементов) на каждом уровне, степень централизации, норму управляемости, меру равномерности связей.

При проектировании АИУС в качестве основных критериев эффективности принимают быстродействие системы, достоверность представляемой информации, надежность системы и ее стоимость. Обеспечение требуемых значений должно производится в оптимальном соотношении цены и качества.

Требования достоверности информации обеспечивается за счет применения качественных алгоритмов верификации данных, используемых в соответствующих программных продуктах, функционирование которых осуществляется на основе эффективных технических решений.

Требования надежности системы складывается из двух показателей надежности программного обеспечения и надежности КТС. Интегрирующим показателем является стоимость, т.к. повышения качества проектируемой АИУС можно продолжать сколь угодно долго за счет улучшения используемых программных средств и алгоритмов, а также применения технических средств резервирования. Задача оптимизации заключается:

- в максимизации показателя надежности системы $\mathbf{P_{проект}}$;

- в минимизации времени между запросом и ответом в системе $\mathbf{T_{реак}}$;

- в минимизации затрат на внедрение и разработку проекта $\mathbf{C_{проект}}$.

Целевая функция АИУС имеет вид

$$\mathbf{S=max(P_{проект})+min(C_{проект})+min(T_{реак.})}$$

Показатель надежности АИУС складывается из надежности всех нерезервированных блоков $\mathbf{P_{нерез}}$; надежности резервируемых блоков (хранилища данных) $\mathbf{P_{рез}}$; вероятности безотказной работы программного обеспечения $\mathbf{Pпо}$; а также влияния человеческого фактора $\mathbf{P_{чел}}$, определяющегося на основе экспертных оценок:

$$\mathbf{P_{проект}} = \max(\mathbf{P_{нерез}, P_{рез}, P_{по}, P_{чел}}) \geq \mathbf{P_{ТЗ}},$$

где $\mathbf{P_{ТЗ}}$ -- заданная вероятность безотказной работы системы.

Быстродействие АИУС оценивают, исходя из характеристик пропускной способности каналов передачи данных. Увеличение быстродействия системы выражают через увеличение затрат на проектирование АИУС.

Поставленная задача решается методом прямого перебора возможных вариантов архитектурного построения АИУС при непосредственном участии проектировщика. Решение находится путем последовательных шагов из начальной точки по направлению экстремума до достижения ограничений на $\mathbf{C_{проект}}$, как это показано на рисунке 5.2.

На основе данного алгоритма разрабатывается программный модуль оценки оптимального варианта проекта АИУС. Алгоритм расширяется применением механизма экспертных систем, обладающим способностью объяснения действий, и обучающимся под руководством проектировщика при адаптации к изменившимся условиям.

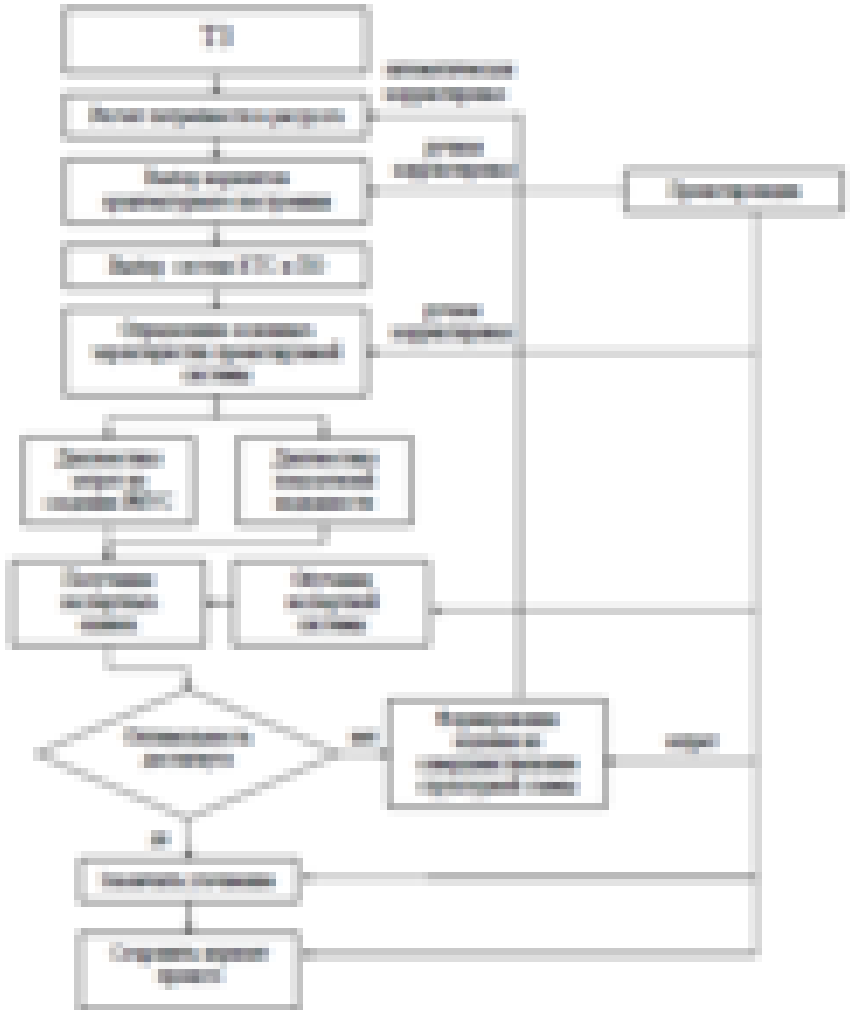


Рисунок 5.2.

Разработка АИУС оказывается целесообразной, если будет гарантирована ее многократное использование и удастся найти оптимальную для данной системы конфигурацию ЭВМ. Поэтому необходимо дать обобщенное и формализованное описание АИУС.

Формализация – это по возможности наиболее точное описание логического обобщения структур ряда реальных или виртуаль-

ных систем и средств управления для выделения компонент данной формализуемой обобщенной системы.

С учетом этого процесс формализации можно рассматривать как построение обобщенных моделей систем и средств управления с тем ограничением, что принятые теоретические предпосылки существенно влияют на образ СУ в ее модели.

Формализация является необходимой предпосылкой для разработки и реализации АИУС, которые удовлетворяют определенным техническим, экономическим и социальным ограничениям.

При создании и при классификации АИУС неизбежно возникают проблемы, связанные с формальным описанием решаемых задач управления. От степени формализации задач управления во многом зависит эффективность всей системы управления, а также уровень автоматизации управления, определяемый степенью участия человека-оператора при принятии управленческого решения на основе получаемой информации.

Чем точнее математическое описание задач управления, тем выше возможность компьютерной обработки исходных данных проектируемой системы и тем меньше степень участия человека-оператора в процессе ее решения. Это и определяет автоматизацию задачи управления.

Различают 3 типа задач управления, для которых создаются АИУС:

1. структурированные
2. неструктурированные
3. частично-структурированные.

Структурированной задачей управления называются такая задача, в которой известны все ее элементы и взаимосвязи между ними.

Неструктурированной задачей управления называется задача, в которой невозможно выделить элементы и установить между ними связи.

В структурированных ЗУ удается выразить и установить в форме математической имеющей точный алгоритм решения. По-

добные ЗУ приходится обычно решать многократно и они носят рутинный характер, поэтому целью использования АИУС для решения структурированных задач управления является полная автоматизация их решения.

Решение неструктурированных ЗУ из-за невозможности создания математического описания и разработки алгоритма связано с большими трудностями, поэтому использование АИУС в этом случае эффективно в том случае, если активное участие в процессе поставленных неструктурированных задач принимает участие человек-оператор на основе своего инженерного опыта и с использованием косвенной информации из разных источников.

Существует сравнительно немного полностью структурированных или совершенно неструктурированных задач. О большинстве случаев таких ЗУ можно сказать, что известна лишь часть элементов такой системы и некоторые связи между ними. Такие ЗУ называются частично-структурированными. В этих условиях некоторой неопределенности исходных данных можно создать АКИУС. Созданная АИУС получает информацию путем обработки введенных в нее исходных данных и передает полученную информацию оператору в интерактивном режиме. Такие интерактивные АИУС являются автоматизированными, так как в их работе принимает активное участие человек-оператор АИУС, используемые для решения частично структурированных задач подразделяются на 2 вида:

1. АИУС, создающие управленческие объекты и предназначенные главным образом для обработки данных.
2. АИУС, разрабатывающие возможные альтернативы управленческих решений.

В первом типе предназначенные для решения частично-структурированных задач пользователь этой АИУС, используя сведения управленческих отчетов, принимает некоторое управленческое решение.

Во втором типе АИУС принятие УР сводится к выбору одной из предложенных альтернатив.

С учетом этого ИУС, обеспечивающие создание управленческих отчетов (первый тип АИУС) в то же время обеспечивают информационную поддержку пользователя, то есть предоставляют открытый доступ к информации в БД и ее частичную обработку.

Процедуры манипулирования задачами в АИУС должны обеспечивать следующие возможности:

1. составление комбинации данных, получаемых из разных источников;
2. быстрое добавление или использование того или иного источника данных и автоматическое переключение источников при поиске данных;
3. управление данными с использованием возможностей СУБД;
4. логическая независимость данных этого типа от других БД, входящих в подсистему информационного обеспечения;
5. автоматическое отслеживание потока информации для заполнения БД.

6. ПРОБЛЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В АИУС

6.1. Общая характеристика задачи выбора решения по управлению в АИУС

Процесс подготовки и принятия решений (в дальнейшем «ППР») включает следующие три основные операции: определение целей, постановка задачи ППР и, наконец, принятие решений (решение задачи ППР).

Необходимость и смысл первого этапа данного процесса очевидны – решения могут приниматься лишь в связи с какими-либо условиями производства, т.е. ожидаемыми результатами реализации принимаемого решения, направленными на повышение эффективности производства продукции (услуг).

Задачу ППР содержательно принято формулировать в следующем виде: имеется множество вариантов решения (альтернатив), реализация каждой альтернативы приводит к наступлению некото-

рых последствий (исходов), анализ и оценивание исходов по установленным показателям эффективности (критериям выбора) однозначно характеризуют альтернативу. Необходимо изучить предпочтения определяемые интересами производства, построить модель выбора альтернативы, лучшей в некотором смысле.

Задача принятия решения характеризуется следующим кортежем:

$$< A, E, S, T > \qquad (1)$$

Здесь исходными полагаются:

A – множество альтернатив (возможных вариантов решений);

E – информационная среда задачи принятия решения;

S – система предпочтений лица, принимающего решение.

Требуется выполнить некоторое множество действий T над множеством альтернатив A, собрать, систематизировать и представить необходимую информацию; выделить множество необходимых альтернатив; линейно упорядочить множество допустимых альтернатив; выбрать наиболее предпочтительную альтернативу.

Информационной средой задачи принято называть те условия, в которых подготавливается решение и которые необходимо учитывать при формализации и решении задачи.

Задачи принятия решений по управлению принято разделять на задачи решаемые: в условиях определенности, когда каждой альтернативе соответствует строго определенный исход; в условиях риска, где исход характеризуется случайной величиной с известным законом распределения; в условиях неопределенности, когда исход характеризуется случайной величиной, закон распределения который неизвестен.

Под системой предпочтений лица, принимающего решение, будем понимать совокупность представлений о критериях оценки степени достижения поставленных целей, достоинствах и недостатках сравниваемых альтернатив, позволяющих производить целенаправленный выбор элементов из множества A в соответствии с требуемыми действиями T.

Предположения об условиях, в которых решается задача, характеризует тип задачи принятия решения.

Характерные особенности решений в АИУС.

Решение как процесс, являющийся составляющей процесса управления, характеризуется тем, что он, протекая во времени, осуществляется за несколько этапов. Решение как результат выбора представляет собой предписание к действию. Решение является одним из видов мыслительной деятельности и проявлением воли человека.

Решение характеризуют следующие признаки:

- Возможность выбора из множества альтернативных вариантов: если нет альтернативы, то нет и выбора и, следовательно, нет и решения;
- Наличие цели: бесцельный (случайный) выбор не рассматривается как решение;
- Необходимость волевого акта ЛПР при выборе решения, так как ЛПР формирует решение через борьбу мотивов и мнений.

Решения классифицируют, руководствуясь разными классификационными признаками:

- По содержанию решения разделяют на экономические, организационные, технические, технологические, методологические и др.;
- По срокам действия и степени воздействия решения делятся на будущие, оперативные, тактические и стратегические решения; по сложности – на простые, средней сложности и сложные решения;
- По сложности решения по управлению разделяют на простые, средней сложности и сложные решения;
- По степени уникальности решения делятся на рутинные, нетворческие и уникальные творческие;
- По количеству ЛПР, участвующих в принятии решения – на решения индивидуальные и коллективные;

- По степени неопределенности (полноты информации) – на решения в условиях определенности, в условиях риска (вероятностной определенности) и в условиях неопределенности.

В условиях неполноты информации невозможно все строго рассчитать и проанализировать. Множественность мнений о целях, критериях предпочтительности альтернатив создает серьезные препятствия отысканию приемлемого решения, удовлетворяющего сразу нескольким противоречивым целям. В этом случае может и не существовать единственного, лучшего решения. В рамках математической теории принятия решений разрабатываются нормативные модели принятия решений (первый подход). Цель применения этих моделей – выбор наилучших альтернатив исходя из заданного критерия и ситуации, в которой принимается решение. Нормативные модели концентрируют внимание на том, как ЛПР должен участвовать в подготовке, принятии и реализации решения по управлению.

Математическая теория принятия решений не рассматривает роль человеческого фактора в принятии решений. Попытки осмыслить истинные причины принятия тех или иных решений привели к созданию дескриптивных моделей, в основе которых лежит поведенческая теория принятия решений (второй подход).

Согласно одной из психологических моделей ЛПР скорее старается «удовлетворить», чем оптимизировать решение в конкретных условиях с учетом традиций принятия решений. Иными словами, скорее опыт, традиции принятия решений, личные качества ЛПР являются определяющими, чем стремление к оптимизации какого-либо критерия.

В процессе управления можно выделить следующие основные функции ЛПР.

Во-первых, ЛПР должен управлять процессом выработки решения.

Во-вторых, ЛПР выдвигает задачу управления, участвует в ее конкретизации и выборе критериев. Правильно определить и поставить задачу в сложной и противоречивой ситуации является обязанностью ЛПР, главной творческой частью его участия в управлении.

В-третьих, он выполняет сложную и ответственную работу по принятию самого решения.

В-четвертых, ЛПР организует выполнение решения, руководя работами на этапе реализации принятого решения. В подготовке и принятии решений принимают участие два основных типа работников: системные аналитики и ЛПР (для решения некоторых вопросов могут привлекаться эксперты).

Системные аналитики должны владеть современными методами анализа в области экономики, техники, технологии, программного обеспечения, организации функционирования объекта управления и т.д. ЛПР должен владеть системным подходом к решению задач управления, иметь общее представление о методах и средствах, используемых в процессе подготовки и принятия решений. Опыт свидетельствует, что ЛПР, не понимающий хотя бы в общих чертах логику исследований на этапе подготовки решений, не верит рекомендациям аналитиков.

Выработка решений осуществляется ЛПР совместно с системными аналитиками. Системные аналитики рассматривают процесс подготовки и принятия решения как самостоятельный процесс, для ЛПР принятие решения является лишь частью всего управления, влияющего на последующие решения АИУС.

Большое влияние на подходы к принятию решений по управлению оказывают личностные качества ЛПР. Люди по-разному относятся к риску, к оценке отдаленных во времени последствий, принимаемых ими решений, к воздействию их на достижение целей других ЛПР, представляющих цели других систем управления и т.п. Описание того, чем руководствуются ЛПР при принятии решений, используемых ими аргументов, психологических аспектов процесса управления относится к дескриптивной модели и является важным для повышения эффективности функционирования АИУС.

Процесс подготовки, принятия и реализации решений должен основывается на комплексном подходе, сочетающий положения нормативного и дескриптивного методов.

Такой комплексный подход имеет свои особенности.

1. Процесс подготовки должен предусматривать применение методов структуризации, характеризации и оптимизации. Структуризация предполагает определение места и роли объекта управления в решении задач смежных подсистем и подсистем более высокого уровня (например, задач управления изготовлением и поставками комплектующих изделий в задачах сборки). Процедуры структуризации решений позволяют представить структуру задачи управления в виде, позволяющем учитывать последствия принимаемого решения в других подсистемах системы управления. Характеризация направлена на определение системы характеристик, количественно описывающих структуру решаемой задачи.

Оптимизация предполагает выбор наилучшего решения. Применение этих трех методов дает возможность последовательно снижать неопределенность в обосновании альтернатив, повышает эффективность мыслительной деятельности ЛПР и системных аналитиков.

2. В процессе подготовки решений должны использоваться экономико-математические модели, а также знания, опыт, интуиция ЛПР.

3. Подход предполагает обязательное включение ЛПР в процессе подготовки, принятия и реализации решений на всех основных этапах.

6.2. Классификация задач принятия решений.

Одним из наиболее важных условий сокращения затрат времени при поиске управленческого решения является умение правильно выбрать метод поиска. Практически любая нештатная ситуация, требующая принятия правильного управленческого решения может быть отнесена к тому или иному известному классу ЗУ,

Задача принятия УР имеет следующие классификационные признаки:

- число лиц, принимающих решение (ЛПР),
- вид показателя эффективности,

- степень определенности информации о проблемной ситуации,
- зависимость характеристик проблемной ситуации от времени.

По признаку числа лиц принимающих решений различают управленческие задачи индивидуального и коллективного принятия решения.

При коллективном принятии решений определяющую роль играет проблема согласования индивидуальных предпочтений коллектива.

Коллективное принятие решений при создании АИУС возлагают равнозначную ответственность на всех участников данного коллектива.

По виду показателя эффективности задачи принятия управленческого решения, подразделяются:

- задачи со скалярным показателем эффективности,
- задачи с векторным показателем эффективности.

При использовании скалярного показателя эффективности предполагается, что рассматривается только одна из характеристик. Например, длительность процесса управления это наиболее простой случай при выборе управленческого решения.

При использовании векторного показателя эффективности применяются спец. методы, позволяющие свести векторный показатель к скалярному.

По признаку степени определенности о проблемной ситуации различают:

- задачи принятия решений в условиях определенности,
- задачи принятия решений в условиях неопределенности.

ЗПР в условиях определенности характеризуются наличием полной и достоверной информации о проблемной ситуации в целях ограничениях и последствиях принимаемых решений.

Вид принятия решений в условиях неопределенности является более сложным процессом, поэтому ЗРП в условиях неопределенности характеризуется тем, что исход процесса управления зависит

не только от фиксированных факторов неконтролируемых ЛПР и неизвестных ему в момент принятия решений. Эта неопределенность значительно осложняет процесс выработки правильных УР.

По характеру зависимости характеристик проблемной ситуации от времени различают:

- статические ЗРП
- динамические ЗРП.

При разработке АИУС разработчик вынужден принимать те или иные управленческие решения (УР).

Если определенная ситуация, требующая принятия решения повторяется достаточно часто, то решение приходит автоматически (интуитивно).

Если же ситуация недостаточно знакома или же разработчик не располагает всей необходимой информацией, то принятие УР значительно усложняется. В этих случаях разработчик вынужден сравнивать между собой несколько возможных вариантов и выбирать тот, который представляется наиболее предпочтительным (или наименее опасным).

Управляющие решения характеризуются тем, что выбор и выполнение решения возлагаются на различные исполнительные элементы единой достаточно сложной АИУС. Следовательно, решения принимаются упрощающей системой (СУ), а выполняются – исполнительным элементом СУ.

При построении эффективной АИУС первым этапом является исследование и формализация процессов управления.

Организация работы документацией является важной составной частью процессов управления и принятия УР, которая существенно влияет на оперативность и качество управления. Процесс принятия УР состоит из следующих этапов:

1. получение информации;
2. переработка информации;
3. анализ, подготовка и принятие УР.

Существует 3 стадии принятия УР:

1. информационная;

2. проектная;

3. стадия выбора.

1. На информационной стадии исследования информационная среда, определяет событие и условие, требующие принятия решения.

2. На проектной стадии разрабатывается и оценивается возможные направления деятельности (альтернативы).

3. На стадии выбора обосновываются и отбираются определенные альтернативы и организация слежения за выполнением из выбранной альтернативы, т.е. одного из вариантов принятия УР.

Системы поддержки принятия решений (СППР) использует оборудование, ПО, данные, базу моделей и труд разработчика АИУС для поддержки всех стадий принятия решений непосредственно пользователями в процессе аналитического моделирования на основе предоставленного набора технологий.

Эти системы (СППР) удовлетворяют индивидуальной потребности пользователей информации. Т.О, важнейшей целью СППР является обеспечение технологией формирования информации, а также технология поддержка принятия УР в целом.

СППР может определяться как основанное на использовании моделей совокупность процедур по обработке данных, помогающему руководителю (ЛПР) принять правильное эффективное УР.

А в некоторых случаях предположение рассматривается СППР в качестве интерактивной АИУС, которое помогает ЛПР использовать данные и модели для решения неструктурированных задач управления.

СППР может выглядеть как АИУС, использованная для поддержки различных видов деятельности при принятии решений в ситуациях, где невозможно использовать систему, которое полностью выполняет весь процесс управления.

Таким образом СППР используется для решения слабоструктурированных задач управления.

6.3. Виды неопределенности задач принятия решения в АИУС.

На рисунке 6.1. представлена схема, характеризующая неопределенности описания задачи ППР по выбору решения в АИУС.

В ситуации неизвестности задачи принятия решения практически отсутствует информация (начальная стадия изучения). В процессе поиска и сбора информации на определенном этапе может оказаться, что:

- собрана еще не вся возможная информация (неполнота) или не вся необходимая (недостаточность) информация;
- для некоторых элементов задачи определены их неточные описания, а лишь множества, которым эти описания принадлежат (неопределенность);
- ряд элементов задачи временно описан лишь по аналогии с уже решавшимися задачами, и имеет место лишь «замещающее» описание (неадекватность).



Рисунок 6.1. Неопределенности описания задачи принятия решения.

Следует учитывать при решении задачи, что наличие рассмотренных видов неопределенности может быть связано либо с тем, что процесс поиска и сбора информации приостановлен, например, в связи с нехваткой ресурсов, выделенных для изучения задачи, однако в принципе возможность результативного продолжения изучения задачи существует. При этом дальнейший поиск и сбор информации может привести либо к ситуации определенности, либо к ситуации неоднозначности.

Другими словами - вся возможная информация о задаче собрана, но полностью определенное описание не получено и не может быть получено.

Второй уровень схемы описывает источники (причины) неоднозначности описания, которыми являются физическая неопределенность и описание отдельных элементов задачи, выраженного на непрофессиональном языке технологов и др. специалистов (лингвистическая неопределенность).

Физическая неопределенность может быть связана, как с наличием во внешней среде нескольких возможностей (например, нескольких различных способов реализации одного и того же решения, каждая из которых случайным образом становится действительностью: ситуация случайности, или стохастической неопределенности), так и с неточностью измерений вполне определенной величины, выполняемых физическими приборами (ситуация неточности).

В рамках рассмотренной классификации отношения случайности и неточности к неоднозначности предполагает знание соответствующих законов распределения вероятностей.

Лингвистическая неопределенность порождается, с одной стороны, множественностью значения понятий и отношений между элементами задачи ППР (например, критериями оценки эффективности альтернатив), а с другой стороны, неоднозначностью различных методов обоснования. Рассматривая источники неоднозначности смысла различных методов, можно выделить синтаксическую, семантическую и прагматическую неоднозначность. Уточнения синтаксиса (формы представления элементов) позволяет понять смысл понятия и отношений. При семантической неопределенности смысла методов анализа и синтеза понятны отдельные понятия и отношения, но неясен смысл метода в целом.

Прагматическая неопределенность связана с неоднозначностью использования синтаксически и семантически понятной информации для достижения поставленной цели.

Наиболее существенные принципиальные трудности состоят в снятии неопределенности (хотя бы частично) описания целей альтернатив, критериев оценки эффективности альтернатив, отражающиеся в многокритериальности выбора альтернатив.

Неопределенность информационной среды задачи принятия решения обусловлена наличием в описании задачи, понятий и отношений с нестрогими границами. Альтернатива может принадлежать к классу, например, эффективных решений по выбору, по возможны и другие градации принадлежностей.

Понятия и отношения, описывающие такие классы, принято называть нечеткими. Теория нечетких множеств является средством формализации нечетких понятий и отношений.

6.4. Формализация элемента принятия решения.

В процессе принятия решений возникает необходимость в субъективных экспертных моделях, которые могут быть использованы лицами, принимающими управленческое решение. В связи с этим и возникшая необходимость в учете знаний … экспериментов (эксплуатационных систем) в анализе принятых ранее управленческих решений. Поэтому в структуре систем поддержки принятия решений (СППР) появился функциональный блок «база знаний». Такие системы получили название ***интеллектуальных систем СППР.***

Развитие технологичных программных средств позволяет улучшить технологию создания новых систем управления. Это приводит к формированию еще одной точки зрения на СППР, как на системы адаптивного автоматизированного проектирования (САП). Это означает, что термин СППР применяется только в тех случаях, когда конечная СУ создается (возникает) в ходе адаптивного процесса проектирования и внедрения. Для возможности решения возникшей проблемы управления в процессе проектирования системы или средства управления необходимого использовать (применять) некоторую последовательность видимых шагов для внесения ясности применительно к возникшей ситуации, когда ЛПР сможет предпринять рекомендуемые действия, предлагаемые экспертными системами. Первый шаг (постановки задачи) – это формальная модель той реальной ситуации, с которой столкнется ЛПР по проектированию системы или средства управления.

Это формальное представление модели называется ***базой объективных и субъективных моделей.***

В основе решения данной проблемы лежит процесс, направленный на выделение альтернативных подходов к решению проблемы, которое логически согласуются с базой знаний и рекомендуются экспертными системами для дальнейшего анализа с тем, чтобы достичь такого состояния принятия управленческого решения, которое называется *интуитивным*, при котором предложенный альтернативный подход является не только логически правильным, но и выглядит наиболее убедительным и поэтому ЛПР будет действовать в полном соответствии с этим подходом к проектированию системы или средства управления. Оценка может содержать некоторые варианты анализов с тем, чтобы окончательная оценка действительно соответствовала содержанию проблемы принятия правильных управленческого решения. Целью процесса принятия правильного управленческого решения является синтез основы решения.

Основа решения включает в себя 3 части:

1. альтернативный подход, который выбрал руководитель проектной организации.
2. доступная информация
3. предпочтения, отдаваемые руководителем проектной организации выбранному альтернативному подходу.

Наиболее существенные классификационные признаки СППР:

1. концептуальные модели;
2. решаемые задачи управления;
3. обеспечивающие средства;
4. области применения.

В рамках информационного подхода СППР в промышленных системах автоматизированного проектирования и в системах автоматизации инженерного труда (САИТ) относится к классу АИС. Основным назначением этих систем является улучшение деятельности работников умственного труда (инженеров - системотехни-

ков) в проектных организациях путем применения в их деятельности информационных технологий проектирования.

Основной особенностью СППР промышленных САПР и САИТ является их способность формировать модели для принятия управленческих решений. Процедуры моделирования должны обеспечивать гибкость построения моделей и легкость управления ими, а СУ должна обслуживать широкий спектр модулей, быстро и легко создавать любые модели, управлять базой данных и базой знаний с помощью функций управления. Отличительной особенностью СППР промышленных САПР и САИТ, которые основаны на базе знаний (интеллектуальных САПР и САИТ) является выделение аспекта поддержка решений, т.е. способности к пониманию проблемы, извлечению информации и подготовки ответа.

Автоматизация технологичных процессов, широкое внедрение вычислительной техники, средств связи и телекоммуникаций ставит перед современным инженером - системотехником целый комплект взаимосвязанных задач по повышению эффективности процессов и принятия и выполнения управленческих решений.

Задача проектирования АИУС является очень сложной, так как характер обрабатываемой информации является разнородным и сложно формулируемым. Однако здесь можно выделить основную модель работы (элемент принятия решения), который называется работой «от кода проекта». В общем случае код проекта – это некоторая последовательность действий, которая имеет определенную разрядность, порядок, т.е. конкретная группа цифробуквенного обозначения, характеризует деталь, сборочную единицу, изделия и их уровень взаимосвязи, причем конкретная часть кода характеризует технологические, конструктивные, финансовые и др. документы. Все это регламентируется соответственными стандартами и поэтому может быть структурно.

При этом очень важным является модульный подход к АИУС. Двойственный подход к формированию ежедневного производственного плана проектной организации лег в основу т.н. принципа дуализма для промышленных АИУС.

Принцип дуализма – это основополагающий принцип построения АИУС, для промышленных предприятий, который определяет построение АИУС предприятий нового поколения в виде программных модулей функционально связанных друг с другом, но в тоже время способных работать и самостоятельно (автономно).

Такая многокомпонентная система обеспечивает отсутствие дублирования ввода исходных данных. Информация по операциям проведенным с применением одного из компонентов системы (программного модуля) может быть использована любым другим ее компонентом. Модульность построения АИУС нового поколения и принцип одноразового ввода данных позволяют гибко изменять конфигурацию системы, т.е. создавать т.н. гибкие АИУС.

Гибкая АИУС – это такая СУ производственным процессом, которая обеспечивает в данной предметной области производства быструю (динамичную) перестройку действующего производстве на выпуск новых наименований изделий (систем и средств управления) на существующем технологическом оборудовании с сохранением основных технологических процессов производства и изделий в данной предметной области. Следовательно, общая стратегическая задача принятия управленческих решений разбивается на тактические элементы принятия решений, каждый из которых может быть структурирован (формализован). Однако из достоинств принципа многокомпонентности (принцип дуализма) являющегося базовым при создании АИУС нового поколения (гибких АИУС) состоит в возможности их поэтапного внедрения, установления (или замены уже устаревших) компоненты СУ на те автоматизированные рабочие места (ADM), которые нуждаются в обновлении ПО.

Таким образом, на втором этапе внедрения происходит развитие существующей АИУС с коммутацией (подсоединением) новых компонентов и отработкой (тестированием и отладкой) межкомпонентных связей. Следовательно, возможность применения такой поэтапной методики внедрения гибкой АИУС обеспечивает ее достаточно простое тиражирование и приспособление (адаптацию) к местным условиям. При проектировании сложных объектов (дан-

ных СУ) разработчиком этих систем (проектантам, конструкторам, технологам) системой поддержки принятия решений (СППР) предоставляются следующие возможности:

1. комплексная автоматизация проектируемой системы до выдачи конструкторско-технологической документации, а также технология подготовка производства. При этом СППР позволяет преодолевать т.н. «узкие места» (временные трудности) в процессе проектирования системы или средств управления именно применение системы поддержки и принятия решений делает возможным применение технологий нисходящего, сквозного и парного проектирования.

2. увеличение числа проработанных вариантов проекта на всех уровнях проектирования с возможностью выбора наиболее рационального варианта. При этом система поддержки принятия решений выполняет процедуру выработки (генерации) возможных проектных решений, а также их оценку с учетом взаимосвязи используемых параметров и критериев.

3. Возможность сравнения вариантов проектных решений и вариантов проектных стратегий (выбор жизненных алгоритмов проектирования), т.к. от правильности выбора алгоритма зависит количество характеристик проектируемой системы или средства управления.

4. Эффективное создание ПО.

5. Возможность принятия управленческих решений по одному вопросу проектирования. Это отношение к формулировке технического задания, выбору структуры сложного технического объекта, его элементной базы, определению отдельных компонентов устройства (системы или средств управления), возможность оперативно согласовывать интерфейсы и другие проектные параметры сопряженных устройств и подсистем управления и объективно оценивать предлагаемые СППР варианты, выбирая наиболее приемлемый. При этом достаточно сложной является процедура согласования критериев разработки сопряженных модулей и устройств управления.

6. Возможность параллельной работы всех разработчиков (проектантов, технологов) участвующих в проектировании сложных технологических объектов (системы или средств управления).

6.5. Ценность информационного обеспечения АИУС.

Управленческие структуры АИУС и исполнительные структуры объекта управления представляют собой интеллектуальное объединение. Это означает, что решения по управлению и их реализации основываются на знаниях сотрудников системы управления (управляющей системы и объекта управления).

Известно, что знания не передаются человеку по наследству и не содержатся на генном уровне. Только в процессе обучения и практического опыта развиваются интеллектуальные способности человека и появляются его первые личные знания, которые являются базой для приобретения других знаний.

Таким образом, интеллект и знания человека через процесс обучения, а также через теоретические и практические исследования, создают ему новые знания.

Процесс обучения, исследования или общения между людьми – это всегда информационный процесс, суть которого заключается в определенном отражении интеллектом человека информации из соответствующего источника, в результате которого появляются новые знания человека. При этом процесс отражения информации может интерактивным, если источником и потребителями информации являются два и более человек.

Таким образом, можно сказать, что знания не могут появиться без информации и интеллекта, т.е. информация и интеллект являются необходимыми условиями для появления знаний.

Опыт показывает, что человек, как интеллектуальный представитель природы деградирует без получения новых знаний, т.е. без процесса отражения новой информации, необходимой ему для существования и развития.

Для поддержания конкурентной способности конкретного работника очень важен процесс целенаправленного самообучения, ко-

торый дает ему возможность получать новые знания, умения и навыки для более качественного выполнения своих служебных обязанностей.

Конкуренция на рынке труда является важным мотивом для целенаправленного самообучения специалиста. При этом полученные знания могут быть уникальными, полученные самостоятельно. Ценность таких знаний может быть огромной не только для специалиста, если их использование существенно повышает конкурентную способность предприятия.

Для предприятия использование уникальных знаний по существу является «ноу-хау» и интеллектуальной основой в конкурентной борьбе. Поэтому знания и эффективность их использования во многом определяют экономическое и финансовое состояние предприятия. Профессиональные знания лица, принимающего решения (ЛПР) являются их интеллектуальным базисом для принятия решений на основе знаний о текущем состоянии системы уравнения (например, предприятия). Эти решения в виде определенной структурированной информации, также могут храниться в соответствующих базах данных (знаний). Их можно непосредственно использовать в последующих аналогичных ситуациях управления или анализировать для принятия соответствующего корректирующего воздействия, если результат управления не достиг поставленной цели.

Информация в системе управления является предметом труда и продуктом труда, поэтому от ее качества существенно зависят эффективность и качество функционирования систем управления.

Качество информационного обеспечения можно определить как совокупность свойств, обусловливающих возможность ее использования для удовлетворения потребностей системы управления.

Рекомендуется выделять следующие основные виды показателей качества. Репрезентативность – правильность, качественная адекватность отражения свойств объекта описания. Репрезентативность информационного обеспечения зависит от правильности ее отбора и формирования. Важнейшее значение при этом приобретают: верность концепцию, на базе которой сформулировано исходное понятие, отображаемое показателем, обоснованность отбора существенных признаков и связей отображаемого процесса управления, правильность методики измерения и алгоритм формирования показателя.

Содержательность – это ее удельная семантическая емкость, равная отношению количества семантической информации в сообщении к объему данных его отражающих, т.е. S=I/V. С увеличением содержательности информации растет семантическая пропускная способность АИУС, так как для передачи одних и тех же сведений требуется преобразовывать меньший объем данных.

Достаточность (полнота) – информационного обеспечения означает, что по содержанию минимальный, но достаточный для принятия эффективных решений по управлению набор данных. Понятие достаточности информационного обеспечения связано с его смысловым содержанием (с семантикой) и практической полезностью для системы (прагматикой). Как недостаточная, так и избыточная информация снижает эффективность АИУС.

Доступность информационного обеспечения для восприятия лицом, принимающим решение (ЛПР), обеспечивается выполнением соответствующих процедур ее получения и преобразования. Так, одной из функций АИУС является преобразование информации к виду, доступному и удобному для восприятия ЛПР.

Актуальность информационного обеспечения АИУС – это свойство информации сохранять свою полезность в заданный момент времени. Несвоевременное ее использование в заданный момент времени приводит к потерям ресурсов АИУС. Потери от несвоевременности обусловлены тем, что управляющие решения принимаются в условиях неполноты информации и имеют низкую эффективность.

Точность информационного обеспечения – это степень близости отображаемого значения и истинного значения данного параметра, отражающего определенное свойство описываемого объекта.

Достоверность информационного обеспечения системы управления – свойство отражать реально существующие объекты (процессы) наблюдения с необходимой точностью. Измеряется достоверность доверительной вероятностью необходимой точности, т.е. вероятностью того, что отображаемое значение параметра отличается от истинного значения этого параметра в пределах необходимой точности.

Устойчивость информационного обеспечения – свойство результатной информации реагировать на изменение исходных данных, сохраняя необходимую точность. Устойчивость информационного обеспечения – свойство результатной информации реагировать на изменение исходных данных, сохраняя необходимую точность. Устойчивость, как и репрезентативность, обусловлена в первую очередь методической правильностью ее отбора и формирования.

Ценность информационного обеспечения оценивается комплексным показателем ее качества, е мера на прагматическом уровне. Ценность информационного обеспечения АИУС определяется эффективностью управления.

Совершенно естественно, что эффективное управление возможно только на основе сбора, обработки и анализа соответствующей информации.

6.6. Процесс управления в АИУС, как процесс подготовки, принятия и реализации решений по управлению объектом.

Процесс управления, реализуемый в АИУС, выполняется по определенной технологии (это порядок проведения работ, методы обработки информации и технические средства). Описывая процесс управления, как последовательное выполнение работ в определенных блоках, участвующих в управлении, мы характеризуем маршрутную технологию. Процесс управления с точки зрения маршрутной технологии целесообразно представить в виде последовательности этапов и процедур, имеющих между собой прямые и обратные связи.

Упорядочение процесса подготовки, принятия и реализации решения в определенной мере компенсирует недостатки методов, ограничивающихся формализацией только способов количественной оценки альтернатив (и не рассматривающие порядок и содержания всего процесса решения задачи управления). Рассмотрение возникающих проблем в строгой логической последовательности дает возможность эффективно сочетать количественно формализованные и эвристические методы в процессе управления. В зависимости от того, в каких объектах управления реализуется рассматриваемый процесс, то его можно структуризировать в виде отдельных этапов, руководствуясь принципом последовательности их выполнения с целью выбора оптимального варианта из множества альтернатив и роли ЛПР в этом процессе. На Рисунок 6.2. представлена последовательность выполнения работ в процессе подготовки, принятия и реализации решений.

Этот процесс является путем итеративного приближения к требуемым результатам управления и содержит ряд этапов. При этом этапы 1,2,3, 4 и 5 относятся к подготовке решения, этапы 6,7 и 8 – к принятию решения, этапы 9,10,11 – к реализации решения.

Выявление и анализ проблемной ситуации. Анализируется исходная информация о состоянии объекта управления и внешней среды, выявляются, структуризируются и ранжируются по важности проблемы, требующие своего разрешения, ранжируются по очередности их разрешения.

Этот этап также выполняется в соответствии с установленным порядком выполнения определенных функций управления, (например, формирование плана производства на предстоящий плановый период), запланированные мероприятия, (например, по повышению уровня автоматизации производства) и др. на этом этапе определяются стратегические направления решения выявленных проблем.



Рисунок 6.2. Последовательность реализации процесса подготовки, принятия и реализации решения.

Стратегические варианты решения выявленных проблем принято излагать в виде сценария, который представляет вербально-аналитическое описание существующего и прогнозируемого состояния объекта управления, принципиальных подходов к решению выявленных проблем.

Сценарий содержит предварительный расчет требуемых ресурсов, необходимых для решения проблем в рамках различных направлений их реализации. Конечным результатом работ на первом этапе выработки решения является выявление так называемых базовых проблем, за решение которых необходимо приниматься в первую очередь, ранжирование этих проблем и выбор стратегического направления их решения с ресурсной оценкой.

В зависимости от сложности и масштабов объекта управления, а также применяемых методов исследования, содержание этапа может изменяться. Так, например, решения задачи повышения уровня автоматизации технологических процессов, или производства в целом, потребует проведения на этом этапе значительного количества предварительных практических работ.

Формирование целей. Определяются цели решения, которые представляют ожидаемые результаты реализации принятого решения. На практике используется достаточно широкий диапазон методов задания целей от простого перечня до построения графа целей с характеристиками их приоритетов.

Цели должны иметь конкретные формулировки и количественные характеристики, по которым можно судить о степени их достижения.

Выявление полного перечня альтернатив. На этом этапе определяются полная (по возможности) совокупность альтернатив (способов, средств) достижения поставленных целей в установленные сроки с соблюдением ограничений по всем видам ресурсов. В реальных условиях, как правило, при решении сложных задачах управления (например, изменение режимов доступа к информации в локальной компьютерной сети предприятия, выработка решения о введении в рабочий режим автоматическую линию, обладающую

определенными недостатками), рассматриваются два, три варианта решений, при выработке простых решений – более.

При большом количестве альтернатив увеличивается вероятность выбора более рационального решения. Однако генерирование большого количества альтернатив требует увеличения времени и других видов ресурсов на выполнение этого этапа.

Выбор допустимых альтернатив. Альтернативы, выявленные на предыдущем этапе, пропускают через фильтр ограничений (ресурсных, технологических, производственных и других ограничений). Конечным результатом этого этапа – множество альтернатив, удовлетворяющих ограничениям.

Предварительный выбор лучшей альтернативы. Проводится детальный анализ допустимых альтернатив с точки зрения достижения поставленных целей, минимизация затрат ресурсов, соответствия конкретным условиям реализации альтернатив. При этом учитывается степень автоматизации и возможность процесса реализации альтернативы в дальнейшем автоматизированным способом.

Оценка альтернатив ЛПР. На основе данных, полученных на предыдущем этапе, а также с помощью дополнительной другой информации, производится выбор наилучшего способа достижения целей.

Причем, делая заключение о выборе того или иного варианта решения, ЛПР может принимать в расчет дополнительные факты, не учтенные аналитиками. Таким образом, совместное использование методов анализа, которыми владеют специалисты, и опыта, знаний, интуиции ЛПР дают возможность выбрать более эффективное решение. Конечным результатом работ на шестом этапе является вынесение суждений ЛПР о предпочтительности вариантов (варианта) достижения поставленных целей.

Проверка альтернатив. В тех случаях, когда имеется возможность проверки другими методами подтвердить эффективность выбранных альтернатив, например, экспериментальным, моделированием и др., то на этом этапе осуществляется такая проверка. Конечным результатом выполнения работ этого этапа – материалы проверки, используемые ЛПР.

Выбор окончательного решения. С учетом данных проверки и любой другой информации ЛПР принимает окончательное решение, которое может быть направлено и на проведение дополнительных исследований.

Определение плана реализации принятого решения. На данном этапе принятое решение может быть структуризовано на составные части, каждая из которых характеризуется конкретными исполнителями, сроками исполнения, необходимыми ресурсами, видами работ и др.

Обеспечение работ по выполнению решения. Осуществляется доведение задания до исполнителей – автоматизированных подсистем управления, обеспечение их необходимыми ресурсами (материальными, энергетическими, программными, кадрами специалистов и др.). Конечным результатом работ является обеспечение исполнителей решения всем необходимым и создание условий для их эффективной работы.

Реализация решения. На этом этапе осуществляется оперативный контроль хода реализации решения – управляющего действия на объект управления, устранение отклонений от плана реализации принятого решения. Следует отметить, что содержание работ зависит от сложности управленческих решений и определяется возможностями АИУС.

В приведенных этапах процесса подготовки, принятия и реализации решений специально не выделены вопросы сбора информации, построения моделей, выбора критериев оценки альтернатив и др. методов, относящихся к операционной технологии управления. Эти методы применяются практически на всех этапах маршрутной технологии управления, которую представляет описанная выше последовательность проведения работ по управлению.

Обосновать цели и выработать решение по управлению в некоторых случаях с первого раза не удается. Изменение в допустимых пределах ранее сформулированных целей дает возможность

существенно повысить эффективность управления, поэтому данную последовательность целесообразно рассматривать как цикл работ по управлению. На Рисунок 6.3. представлена последовательность реализации процесса управления АИУС.

Чтобы управлять объектом любой природы, управляющее устройство должно располагать информацией о его свойствах и состоянии в данный момент времени. Эти данные обеспечиваются введением в управляющее устройство априорной и текущей информации, объем и содержание которой определяются сложностью объекта, целями его функционирования, решаемыми задачами управления, условиями в которых функционирует объект управления.

Как известно, классические методы теории автоматического управления создавались для систем, находящихся под воздействием известных (детерминированных или случайных) возмущений. Однако современные сложные объекты управления сравнительно мало изучены и еще слабее формализованы по сравнению с объектами, описываемыми средствами теории автоматического управления (ТАУ). Задача формализации АИУС на уровне ТАУ до сих пор не решена.

Одной из причин этому является то, что обработка информации производится не на формальном уровне, как это реализовано в ТАУ, а на содержательном. Это объясняется, прежде всего, включением человека в контур управления объектом. При этом человек играет роль не просто оператора, а роль лица, принимающего решения по управлению.

Управление в современных системах является сложным творческим процессом, нуждающимся в использовании различных форм интеллектуальной деятельности. Современные системы управления уже не могут обходиться без специальных средств организации диалога вычислительных машин с ЛПР. В большинстве внедренных систем управления диалог с ЛПР оказывает помощь в выборе подходящего (по мнению ЛПР) вычислительного алгоритма, в формировании надлежащим образом обращений к алгоритму, определе-

нии соответствующих исходных данных, с учетом полученных результатов, в формировании своих предложений по управлению. Более развитые средства управления позволяют организовать диалог с моделью объекта управления.

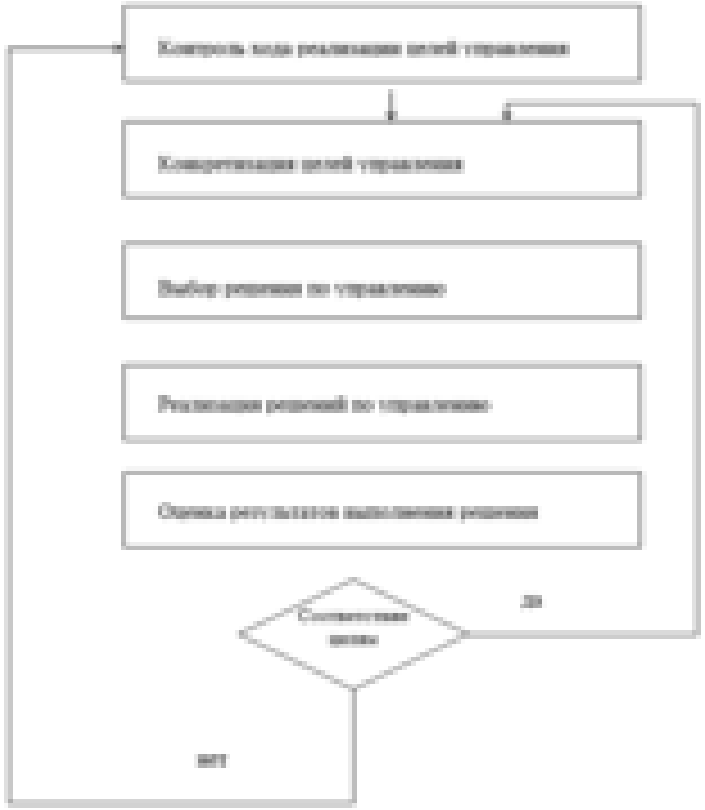


Рисунок 6.3. Диаграмма процесса управления, реализуемого АИУС.

Именно взаимодействие ЛПР с оптимизационными моделями в процессе принятия решений по управлению представляют наибольший интерес и большие трудности. Однако сложность, недостаточно высокий уровень формализации задач управления, не-

ясность предпочтений ЛПР, нечеткость исходной информации не позволяют в большинстве случаев разработчикам АИУС создавать адекватные модели сложных объектов управления, используемых в дальнейшем при выработке решений по управлению. Приведенные выше трудности управления сложными объектами активировали усилия исследователей в направлении создания АИУС на основе информационной технологии, получившей название технологии искусственного интеллекта. АИУС этого класса отличаются от традиционных наличием и использованием знаний для выработки управленческих решений.

В дальнейшем рассмотрим три класса методов решения задач управления: детерминированные, стохастические и методы решения зад0430 в условиях неопределенности.

6.7. ИУС реального времени

В ИУС используются специализированные операционные системы, которые называются операционными системами реального времени. Они управляют событиями и распределяют ресурсы АИУС. Принципиальным требованием к ОСРВ является гарантированное время реакции на внешние события, происходящие на управляемом объекте. Время реакции не должно превышать критического времени для этого события. Критическое время обслуживания события зависит от специфики управляемого объекта и должно быть известно при создании СУ.

Различают следующие РВ:

1. ИУС жесткого (детерминированного) РВ.
2. ИУС мягкого РВ.

Системы жесткого РВ применяется для построения АИУС, в которых задержка реакции не допускается и приводит к отказу СУ и внештатным техногенным ситуациям.

Системы мягкого РВ используются при построении АИУС, в которых задержка реакции не является отказом, однако, может привести к потери качества, например, к снижению производительности АИУС.

Обычно используют АИУС жесткого реального времени.

Основными особенностями АИУС РВ отличающими их от систем ОН является:

1. время реакции;
2. механизмы РВ, распределение ресурсов;
3. архитектура микроядра;
4. модульный принцип, масштабируемость;
5. аппаратная поддержка;
6. работа в вычислительных сетях;
7. средства разработки;
8. соответствие стандартам.

Время реакции АИУС РВ – это интервал, охватывающий время от наступления события на управляемом объекте до выполнения необходимых ответных действий.

Величина этого интервала зависит от ряда причин: интервал времени от момента возникновения события на ОУ до завершения выработки модуляции устройства связи с объектом запроса на прерывание процесса определяется характерами аппаратных средств АИУС. Остальное время (интервал до начала выполнения требуемой задачи РВ) определяется свойствами установленной ОС архитектурой процессора.

АИУС РВ являются многозадачными многопользовательскими системами, они должны реагировать на несколько одновременно происходящих событий, причем за время, которое является критическим для этих событий вне зависимости от влияния других выполняемых задач или процессов.

В связи с этим можно выделить две главные архитектурные особенности АИУС РВ:

1. отражение ядра
2. механизм РВ.

Функциональные компоненты ОС АИУС РВ (ядро, система управления файлами, система ввода-вывода) выполнены в виде независимых модулей.

Достоинствами АИУС РВ при работе в вычислительных сетях является:

1. прозрачность доступа к ресурсам любого узла сети.
2. высокая надежность и отказа - устойчивость
3. наличие программных средств защиты информации от несанкционированного доступа.
4. поддержка стандартных протоколов для создания сетевых конфигураций
5. поддержка стандартных СУБД.

7. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АИУС

Необходимость построения перспективных АИУС вызвана тем, что вследствие возникновения несакционированой нештатной ситуации требования при управлении сложной системой учитывать возможные последствия отказа системы.

Существуют математические методы анализа взаимодействий в сложной АИУС.

Для практического применения этих методов и построения АИУС с предсказуемым (прогнозируемым) характером поведения в нештатных ситуациях необходимо разработать методы построения таких сложных СУ.

При этом необходимо учитывать все возможные действия этой системы, в нештатных условиях, не относящихся к выполнению основных и вспомогательных заранее установленных функций управления.

При разработке необходимо выделить 3 метода решения поставленной задачи:

1. Метод комплексного анализа АИУС
2. Метод приближенного анализа АИУС
3. Метод анализа технических средств АИУС.

Метод комплексного анализа.

При использовании метода комплексного анализа АИУС производится полное моделирование последствий отказа для всех элементов системы (подсистем, модулей) не на основании разработанных алгоритмов подсистем СУ.

Достоинством данного метода является полное выявление всех последствий отказа подсистем СУ, т.е. отсутствие работоспособности. Недостатком метода, препятствующим его практическому применению, является трудоемкость комплексного анализа, который возрастает геометрически пропорционально количеству рассматриваемых элементов СУ и для большого их числа является непригодной. Как промежуточный вариант комплексного анализа можно предложить вариант, когда СУ разбивается на достаточно малое количество элементов и число рассматриваемых дестабилизирующих факторов небольшое, т.е. в этом случае вероятность безотказной работы СУ может быть представлена в виде дизъюнкций, конъюнкций, подсистем и элементов СУ. При этом необходимая степень детализации СУ обеспечивается последующим разбиением выбранных на 1-м этапе элементов СУ на субэлементы (подэлементы), с применением к каждому такому разбиению субэлемента метода комплексного анализа.

Метод приближенного анализа АИУС является подмножеством метода комплексного анализа и заключается в том, что вводятся допустимые граничные условия на количество и перечень рассматриваемых функций АИУС, а также на точность моделирования СУ. При этом возможно применение дополнительных методов определения перечней элементов (спецификаций), функций и точности моделирования, допустимых для обеспечения требуемой предсказуемости работоспособности СУ. Достоинством метода приближенного анализа является меньшие по сравнению с предыдущим методом комплексного анализа трудовые затраты на проведение анализа (меньшая трудоемкость анализа). Недостатками метода приближения анализа АИУС является верность пропуска фактора на предсказуемость работоспособности СУ и его трудоемкость.

Метод анализа технических средств АИУС исходит из предположения, что при анализе необходимо рассматривать не множество (совокупность) внешних и внутренних действующих факторов (исходных условий работоспособности системы), а максимальное возможное множество реакций системы на … воздействия. После этого необходимо выделять, а затем и исключать по возможности действия тех факторов, которые могли бы вызвать такую реакцию системы снижающей ее работоспособность или блокировать возможность появления такой нештатной реакции.

При методе анализа технических средств АИУС особое внимание уделяется возможностям технических средств по обработке команд АИУС, которые имеют конечный характер и их существенно меньше, чем действующих на систему внешних воздействий (внешних факторов). Т.О. создается выигрыш в затратах на анализ и одновременно с анализом выявляется перечень технических возможностей, подлежащих ограничению.

К недостаткам метода анализа технических средств АИУС относится то, что метод не работает в случае, когда планируемая неадекватная реакция СУ находится в поле возможных значений нормальной (штатной) работы СУ.

Все три метода решения задачи управления в АИУС применимы в случае, когда известно внутреннее построение (структура) СУ и применяемых технических средств АИУС. Это обычно происходит при новой разработке АИУС или модификации существующей СУ. В этом случае выбор конкретного метода решения задач АИУС определяется ресурсными возможностями аппаратных средств и необходимой степенью предсказуемости.

В случае, когда неизвестно внутреннее ее построение АИУС и неиспользуемых технических средств возможно применение только первых двух методов (методов комплексного и приближенного анализа АИУС). Это происходит в случае, когда внутреннее ее построение (структура) объекта анализа преднамеренно или случайно представляется неопознанным объектом («черным ящиком»), либо утеряна документация на систему, объект опечатан или защищен от

обратной трансляции, т.е. когда нет непосредственного взаимодействия с объектом анализа.

В любом случае перед проведением анализа АИУС на предсказуемость поведения необходимо понимать потенциальную возможность такого анализа из-за дополнительных существенных трудовых затрат на проведение анализа.

Одним из способов сокращения ресурсоемкости методов анализа АИУС является применение функциональной стандартизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайдамакин Н. А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. Вводный курс: Учебное пособие. — М.: Гелиос АРВ, 2002. — 368 с., ил.

2. Автоматизированные информационно-управляющие системы: учебно-методическое пособие / В.Н. Скороспешкин, М.В. Скороспешкин; Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 106 с.

3. Пьявченко, Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы TRACE MODE: - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 336 с.

4. Карасев В. В. Автоматизированные информационно-управляющие системы: учебное пособие / В. В. Карасев. — Рязань : РГРТУ, 2013. — 64 с.

5. Батищев Р. В. Автоматизированные информационно-управляющие системы : учебное пособие / Р. В. Батищев. — Липецк : Липецкий ГТУ, 2022. — 68 с.

6. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 848 с: ил.

7. Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2015. — 616 с.

8. Автоматизированные информационно-управляющие системы : учебно-методическое пособие / Д. Ю. Поленов. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. — 66 с. : ил.

9. Основы автоматизированного проектирования: учеб. пособие / К.К. Шестопалов, А.Н. Новиков. – 2 изд., испр. – М.: МАДИ, 2017. – 96 с.

10. Косенко Е.Ю., Макаров С.С., Финаев В.И., Методы моделирования и проектирования распределенных информационно- управляющих систем. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. 198 с.

11. Гайдук А.Р. Основы теории систем автоматического управления. – М.: УмиИЦ «Учебная литература», 2005. – 408 с.

12. Финаев В.И. Модели принятия решений: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 118 с.

13. Малюк А.А., Пазизин С.В., Погожин Н.С. Введение в защиту информации в автоматизированных системах. Учебное пособие, М.: Горячая линия-Телеком, 2001, 144с.



У.А. Мусаева
Р.М. Рабаданова

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

(Учебное пособие)

Издательство «Перо»
109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29-33, стр. 15, ком. 536
Тел.: (495) 973-72-28, 665-34-36
Подписано в печать 19.12.2024. Формат 60×90/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,6. Тираж 600 экз. Заказ 1368.