

информационных компонент (структуры баз данных и знаний) и исполняемых программных модулей (физический уровень представления). Рассматриваемые SC-технология и интегрированная CASE-среда успешно прошли предварительные тестовые испытания. Результаты испытаний продемонстрировали перспективность предлагаемого подхода и необходимость продолжения исследований.

Поступила в редколлегию 01.06.98

УДК 658.012.011.56:061.5/6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ КОНЦЕПЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И МОДЕРНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИУС

ЕВЛАНОВ М.В.

Описание распределенной ИУС (РИУС) с учетом особенностей ее организационной и функциональной структур осуществляется в соответствии с предлагаемой документальной концепцией построения РИУС и особенностями использования данной концепции на этапах разработки и модернизации систем. Приводится содержание работ на трех основных этапах, соответствующих рассматриваемой концепции.

Современное состояние автоматизации управления сложными организационными и организационно-техническими объектами можно охарактеризовать как этап совершенствования существующих систем управления, в том числе и АСУ. Смысл данного этапа заключается в том, чтобы в управленческих структурах различных предприятий, организаций, учреждений ввести параллельно с традиционной новые безбумажные технологии обработки и представления информации, основанные на применении средств организационной и вычислительной техники и, главным образом, ПЭВМ. Это позволяет наглядно представить возможности АСУ по обработке, хранению и представлению информации, их преимущества по сравнению с традиционными способами управления, а также выявить главные особенности объекта и существующей структуры управления. Данная ситуация вызвана рядом причин, основными из которых являются смена экономических форм и методов хозяйствования, изменение политических и экономических управляющих структур, широкое распространение зарубежной оргтехники и ПЭВМ, большое количество инструментов разработки различных видов обеспечений.

На данном этапе большинство разрабатываемых и внедряемых естественных систем представляют собой информационно-справочные системы, предназначенные для хранения и отображения информации, поступающей с объекта управления, и в подавляющем большинстве случаев не способные формировать управляющие воздействия (предлагать человеку варианты управляющих воздействий) на объект управления. Задачи, решаемые такими системами, представляют собой, в основном, задачи контроля и учета состояния объекта управления; автоматизация их решений проводится «в лоб», т.е. без изменений и усовершенствований каких-либо способов формирования решений и форм представления информации.

Главное внимание сейчас уделяется проблемам разработки и внедрения крупных организационных АСУ с единой информационной базой, отражающей актуальное состояние объекта управления. Основной особенностью таких систем является представление этапов разработки и реализации некоего управляющего воздействия на объект управления в виде непрерывного процесса анализа возникающих на объекте управления ситуаций, принятие на его основании решений по изменению состояния объекта управления и их реализация. Однако подобные системы до сих пор являются уникальными, и для каждого конкретного объекта управления необходимо разрабатывать конкретную систему управления. Стоимость таких систем довольно высока, а их внедрение затягивается из-за обнаружения несоответствий созданной системы управления реальному объекту, а также выявления ошибок в обеспечивающей части системы.

Кроме того, разрабатываемые и эксплуатируемые на данном этапе системы управления практически не допускают возможности модернизации своих отдельных элементов или подсистем, а также имеют очень слабые возможности дополнения и развития системы в целях увеличения круга решаемых с ее помощью задач. В случаях, если такие операции становятся необходимыми, единственно приемлемый путь – обращение к разработчику конкретной системы по ее развитию за дополнительную плату, соразмерную с платой за эксплуатируемый вариант. При этом гарантий повышения эффективности эксплуатации модернизированной системы получить практически не удастся.

Проектирование и разработка таких систем происходит на основе существующей методологии разработки АСУ. Эта методология представляет процесс разработки и реализации управляющего воздействия как решение функциональной задачи (комплекса функциональных задач), или, иными словами, – как нахождение значения некоторой функции или набора зачастую противоречащих друг другу функций при заданных аргументах. Выявление

отдельных функциональных задач создаваемой системы происходит путем декомпозиции набора выполняемых системой функций, определяемых на основе набора целей разрабатываемой системы. На основании данного выявления становится возможным сведение отдельных функциональных задач в некую функциональную структуру проектируемой системы с последующим определением значений показателей эффективности данной разработки и, при необходимости, корректировки проводимой разработки. На следующих этапах работ по созданию системы функциональные задачи являются исходным материалом для разработки отдельных видов обеспечений. Между тем, изучение только функциональной структуры не дает полного представления об эффективности проектируемой системы и особенностях ее разработки и внедрения, поскольку не в полной мере учитывает влияние разрабатываемой функциональной структуры системы на существующую организационную структуру управления объектом. Практическая же реализация такой методологии приводит к тому, что в целях улучшения качества управления подобные функции и наборы функций (функциональные задачи и комплексы функциональных задач соответственно) необходимо формировать заново для каждого объекта управления с учетом его особенностей. Помимо этого, проведение декомпозиции АСУ на отдельные подсистемы (функциональные задачи, комплексы функциональных задач) зачастую приводит к устранению из рассмотрения связей этой системы с внешней средой и другими ее подсистемами или иными АСУ.

В связи с этим возникает необходимость выработки методологии построения АСУ организационными и организационно-техническими объектами, которая охватывает все этапы формирования и реализации управленческих решений. Учитывая современные подходы к формированию управленческих структур на подобных объектах, такие АСУ предлагается выделить в класс распределенных информационно-управляющих систем (РИУС). Цель РИУС – обеспечение получения предприятием максимальной прибыли при существующих экономических условиях хозяйствования. В соответствии с данной целью РИУС должна выполнять следующие функции:

- контроль и учет состояния объекта управления;
- анализ состояния объекта управления;
- планирование ожидаемых состояний объекта управления;
- регулирование текущего состояния объекта управления.

Разрабатываемая методология создания РИУС должна отвечать следующим требованиям:

- создание РИУС как цельной системы с учетом взаимосвязей ее отдельных элементов и связей РИУС с внешним миром и другими системами;

– повышение степени автоматизации выработки и реализации управляющих воздействий;

– возможность изменения структуры и содержания РИУС без коренной переработки функциональной и обеспечивающей частей системы;

– интеллектуализация РИУС с целью облегчить труд человека-пользователя.

С учетом этих требований основную концепцию предлагаемой методологии можно определить как документальную. В ее основу предлагается ввести понятие документа – информационного продукта, представляющего собой совокупность хранимых в единой информационной базе системы информационных параметров, отражающих адекватное состояние элементарных составляющих объекта управления. Исходя из этого определения, понятие «экземпляр документа» можно определить как некий документ, каждый информационный параметр которого отражает конкретное значение из множества возможных значений соответствующего элементарного составляющего объекта управления. Согласно этим определениям, каждому объекту может быть поставлен в соответствие некий полный документ, состоящий из всех информационных параметров данного объекта и отображающий (с учетом взаимосвязей информационных параметров) состояние всего объекта управления. На основании анализа экземпляров полного документа имеется возможность осуществить принятие решения по управлению объектом в целом.

В то же время данное определение позволяет в зависимости от существующих структур и уровней управления формировать документы для отдельных частей объекта управления, которые могут рассматриваться на различных уровнях детализации как отдельные независимые самостоятельные объекты. Такой документ должен соответствовать как конкретной части объекта, так и неким должностям в существующей или разрабатываемой организационной структуре управления объектом. Данное соответствие необходимо из-за того, что каждое решение должно быть, во-первых, соотносено с конкретным лицом, принимающим решения, а во-вторых, должно быть юридически обосновано, т.е. не должны претворяться в жизнь решения (документы), принятые и завизированные неизвестно кем. Тогда решение по управлению такими частями объекта управления можно принимать на основании анализа содержимого соответствующего документа только на том уровне управления, для которого будет справедливым предположение о независимости. В противном случае необходимо также анализировать доступные для данного уровня управления документы, связанные с управляемой частью объекта.

Данная концепция делает возможным представление процесса управления некоей обособляемой частью объекта управления в виде

работы лица, принимающего решения, с конкретным документом, состоящим из набора информационных параметров, который является элементом общесистемного набора информационных параметров и отображает состояние управляемой части объекта. В соответствии с этим представлением и определением целей и функций системы РИУС можно описать как совокупность документов, отражающих состояние отдельных частей или всего объекта управления на всех этапах формирования и принятия управленческих решений для каждой из функций системы. В качестве подобного описания, принимаемого за базовое, можно использовать существующую систему документооборота на предприятии (в организации, учреждении), в которой каждый документ, как правило, является следствием из предыдущего. В общем случае такая система документооборота является замкнутым циклом документов, изменение которого практически не допускается; корректировке подвергаются только значения отдельных информационных параметров в некоторых экземплярах документов.

Предлагаемая документальная концепция РИУС позволяет рассматривать процессы подготовки, формирования, принятия и реализации управленческих решений как последовательное выполнение следующих этапов [1]:

- отбор составляющих документ информационных параметров с учетом особенностей объекта управления или его части (важно отобрать возможно большее количество информационных параметров, чтобы точнее описать объект управления и создать его наиболее точную модель; однако избыточность информации должна быть минимальной);

- составление описания ситуации на объекте управления или его части на некотором языке (с использованием отобранных информационных параметров); при этом происходит формирование соответствующих сообщений (экземпляров документов);

- представление информации лицу, принимающему решения, в момент необходимости принятия решения и контроля за его исполнением с учетом реальных возможностей человека по переработке информации.

Реализация РИУС на основе данного базового описания является первым этапом и позволит получить цельную систему, взаимосвязи элементов которой друг с другом и с внешним миром достаточно жестко регламентируются условиями формирования экземпляров соответствующих документов. Кроме того, использование документальной концепции при реализации РИУС позволяет получить систему управления объектом, значения показателей функционирования которой не хуже, чем значения таких же показателей для существовавшей ранее (неавтоматизированной) системы управле-

ния. Это утверждение следует из того, что в данном случае разработчик изменяет только технологию обработки и представления информации, а не структуру и содержание системы управления. По сути дела, все созданные к настоящему моменту времени АСУ были реализованы именно таким образом.

Следующим этапом по пути совершенствования РИУС является оценка эффективности используемой системы документооборота, в качестве которой принимается общий уровень затрат на формирование и анализ конкретных документов при минимальном дублировании информационных параметров, образующих эти документы. Цель данного этапа заключается в повышении эффективности эксплуатации существующей РИУС путем минимизации затрат на обработку информации и принятие управленческого решения.

В общем случае эффективность системы документооборота можно оценить критерием вида

$$K = \min \max(Z(D), F), \quad (1)$$

где D – совокупность документов, используемых в системе; $Z(D)$ – величина затрат на их формирование и анализ; F – совокупность уникальных информационных параметров, образующих совокупность документов.

Величина затрат на формирование и анализ документов состоит из затрат, производимых системой без участия человека, и затрат, производимых человеком при обработке представляемых системой экземпляров документов. В общем случае величина затрат на формирование и анализ конкретного документа d_i оценивается выражением вида

$$Z(d_i) = \sum_j \alpha_j Z_j(d_i) + \sum_k \alpha_k Z_k(d_i), \quad (2)$$

где d_i – конкретный документ, принадлежащий совокупности документов D ; i – идентификатор документа, который может быть определен как номер данного документа в совокупности D , получаемый при нумерации всех документов рассматриваемой совокупности; $Z_j(d_i)$ – нормированная величина затрат соответствующего ресурса, производимых системой без участия человека при формировании и обработке документа d_i ; $Z_k(d_i)$ – нормированная величина затрат соответствующего ресурса, производимых человеком при обработке представленного системой экземпляра документа d_i ; j, k – количество ресурсов, расходуемых, соответственно, системой и человеком; α_j, α_k – весовые коэффициенты, определяющие сте-

пень важности данного ресурса для системы и человека соответственно при конкретном режиме работы системы (оперативное, тактическое, стратегическое управление), могут принимать значения в диапазоне 0...1.

Определение эффективности системы документооборота следует производить в двух случаях: эксплуатируемой системы и проекта модернизации данной системы. Подобные расчеты могут проводиться в процессе проектирования РИУС: тогда в качестве эксплуатируемой принимается система, используемая до внедрения РИУС, а в качестве модернизируемой – система документооборота, формируемая при участии РИУС. В случае, когда изучается уже существующая РИУС в целях ее модернизации (расширения), в качестве эксплуатируемой принимается используемая в РИУС существующая система документооборота, а в качестве модернизируемой – система с вносимыми изменениями.

При оценке эффективности систем документооборота с помощью данного критерия необходимо также принимать во внимание устойчивость системы к изменению ее структуры и содержания. Под этим понятием в данном случае следует понимать способность существующей (или разрабатываемой) системы при внесении изменения (или дополнения) в какой-либо один информационный параметр сводить общий уровень затрат на модернизацию своей структуры и содержания к некоторому минимуму. В случае, если общий уровень затрат на модернизацию не выходит за пределы некоей малой (относительно уровня затрат на создание всей системы) величины, вносимое изменение является целесообразным, а система считается устойчивой к данному изменению. Если же общий уровень затрат на модернизацию будет сравним с уровнем затрат на создание этой системы, такая модернизация считается нецелесообразной, а система – неустойчивой к вносимым изменениям.

Вследствие сказанного повышение эффективности системы документооборота не является бесконечным. Этот этап заканчивается, когда любое повышение эффективности системы документооборота невозможно из-за нарушения устойчивости системы в целом. Поэтому третий этап совершенствования РИУС заключается уже в качественном анализе существующей системы документооборота. Цель данного этапа – повысить уровень автоматизации процессов организационного управления путем увеличения доли компьютерного анализа взаимосвязей информационных параметров и предоставления ЭВМ возможности исследовать содержимое конкретных экземпляров документа, отдельных документов и полного документа с учетом выявленных взаимосвязей. На данном этапе основная работа проводится в двух направлениях:

- выявление возможности формирования экземпляров документов при минимальном участии человека или без его участия;
- анализ возможных взаимосвязей различных информационных параметров с целью выявить законы функционирования и развития объекта управления.

Эти направления взаимосвязаны и позволяют перенести основную тяжесть выполняемой человеком работы с формирования экземпляров документов на анализ представляемых системой экземпляров документов, выявление так называемых «макропараметров», которые характеризуют значения группы обычных информационных параметров, и модификацию существующей системы управления в соответствии с предлагаемыми «макропараметрами» и выявленными законами функционирования и развития объекта управления, а также воздействиями внешней среды. В ходе подобной модификации все вносимые изменения анализируются системой, а в случае необходимости происходит возврат на первый или на второй этап построения РИУС (в зависимости от сложности вносимых изменений).

Преимуществом документальной концепции перед существующими концепциями построения систем подобного класса является возможность строить и совершенствовать РИУС для подавляющего большинства организационных объектов управления без учета особенностей предметных областей данных объектов. Это преимущество следует из того, что описание ситуаций, возникающих на объекте управления, в виде документов требует только знаний характеристик информационных параметров и привязки создаваемых документов к конкретным должностям. На этапе проектирования РИУС использование документальной концепции (привязка к каждой автоматизируемой задаче конкретных документов) значительно облегчает взаимодействие разработчика и заказчика и позволяет уточнять и в случае необходимости формировать обязанности должностных лиц, работающих с данными документами. На этапе эксплуатации РИУС использование документальной концепции (в частности, отображение информации в виде привычных пользователю экземпляров документов) снижает затраты на подготовку пользователей к работе с ней.

Использование понятия «документ» в теоретических исследованиях по анализу и синтезу РИУС дает возможность исследовать взаимосвязь функциональной и организационной структур системы управления. В свою очередь, эти исследования позволяют: отображать функциональную структуру на организационную, и наоборот, ставить двойную задачу оптимизации (повышения эффективности) функциональной и организационной структур, а также на основании полученного отображения функциональной структуры на орга-

низационную определять количество необходимых точек формирования и контроля управленческих решений (количество рабочих станций, АРМов, серверов и т.д.).

Реализация указанных преимуществ, предоставляемых документальной концепцией проектирования РИУС, становится возможной, если использовать единые представления системы на основе документальной концепции и соответствующий математический аппарат формализованного описания РИУС [2], которые значительно облегчают выявление особенностей элементов проектируемой системы и их взаимосвязей при создании РИУС, а также дают возможность перехода к автоматизированной оценке эффективности и устойчивости эксплуатируемой РИУС. Данные возможности, в свою очередь, позволяют вносить в проектируемые и модернизируемые РИУС элементы самоорганизации, что значительно повышает адаптационные возможности и продлевает жизненный цикл подобных систем.

Литература: 1. *Бортник Н.А.* Первичный учет в автоматизированных комплексах. М.: Финансы и статистика, 1991. 128 с. 2. *Левыкин В.М., Евланов М.В.* Определение эффективности эксплуатации и возможности модификации организационных АСУ// АСУ и приборы автоматики. 1997. Вып. 105. С. 73 -77.

Поступила в редколлегию 13.05.98

УДК 621.3.049.75.001.2:681.3

ТЕОРЕТИКО-КАТЕГОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

БОРИСЕНКО Т.И.

Рассматриваются вопросы теоретико-категорного моделирования процессов разработки программного обеспечения информационно-управляющих систем. Для автоматизированной разработки программного обеспечения предлагается использовать методологию дедуктивного синтеза.

Современные потребности в ПО можно удовлетворить лишь при использовании высокопроизводительных систем и средств автоматизации разработки ПО. Одним из современных подходов к решению данной проблемы является создание систем автоматического