

УДК 519.6, 539.3, 681.3

**ЭЛЕМЕНТЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ СИНТЕЗА
УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННОГО УРОВНЯ**

Л.К. ГОЛЫШЕВ

Предложен общий методический подход к решению задачи синтеза системы стратегического управления сложным объектом. Сформулированы базовые аксиомы и принципы. Описаны модели структуры системы регулирования и функционирования механизма политического руководства.

Рассмотрим системы управления как организационно-экономико-политические структуры социума, в которых реализуются принципы формальной организации в рамках действующего общественного права. Такие системы принято называть социально-экономическими (СЭС). В работах [1,2] нами рассмотрена задача создания системы стратегического управления и концептуальный подход к решению общей задачи синтеза системы стратегического управления динамическим объектом высокой сложности. Здесь рассматривается частная задача синтеза наиболее важной компоненты — функциональной части системы.

Для СЭС характерно наличие **организации**, под которой в широком смысле понимается способ объединения субъектов (людей) для реализации индивидуальных, групповых или глобальных целей.

С точки зрения теории систем, цель организации — достижение некоторого синергетического эффекта в соответствии с известным постулатом Аристотеля («целое больше суммы своих частей»), выражающего сущность супераддитивного закона для сложной системы (СС), а также формирование ее заданных свойств и обеспечение целостности (принцип эмерджентности). В связи с необходимостью решения проблемы синтеза реальных систем возникает прикладная задача проектирования, создания и обеспечения функционирования в СЭС-системах некоторого **механизма организации — системы организации управления (СОУ)**, обеспечивающего целостность и синергетику СС.

СС рассматриваемого типа являются искусственными (организованными) системами с большим количеством контуров управления, а исходная концепция управления предполагает наличие у органа управления (Уг) системы целей (СЦ) и порождаемой ею системой функций управления (СФУ). Функционирование Уг связывается с реализацией процессов управления

(ПУ) в аппарате U_i так, что для всякой $\Phi_{y_i} \in \{\text{СФУ}\}$ организуется процесс управления $\text{ПУ}_i \in \{\text{ПУ}\}$ согласно алгоритму управления Ал_ПУ_i .

Контур управления. В качестве первичного элемента СОУ рассмотрим отдельный контур управления (рис. 1).

В структуре управляющего органа U_i и объекта управления присутствуют субъекты, соответственно Инициатор и Исполнитель управленческого действия (процесса управления) с обратными связями ОС1 и ОС2. По связи ОС1 передается информация о реакции на управляющее воздействие, по ОС2 — о текущем состоянии объекта Ob .

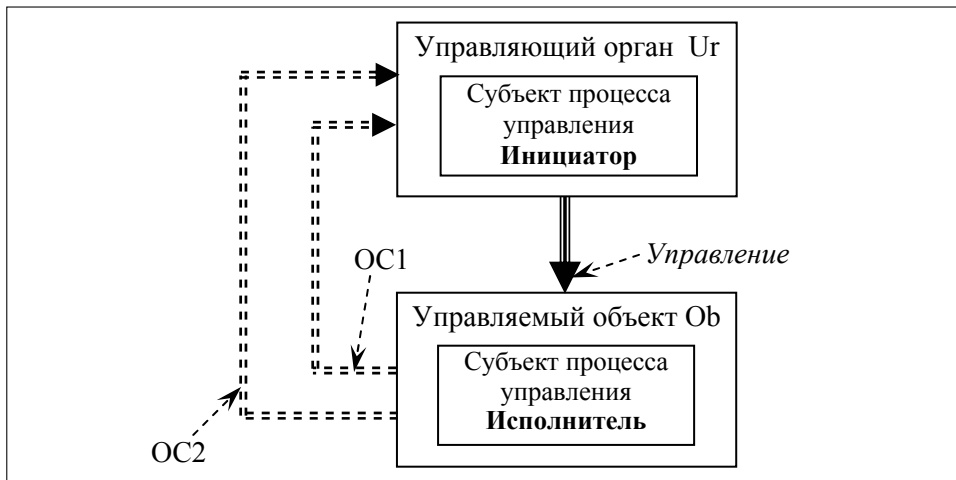


Рис. 1. Схема контура управления в сложной системе

Концептуальная модель системы организации управления. На рис. 2 показана концептуальная модель СОУ, в которой выделены следующие основные макроструктурные компоненты (МК) управляющей системы:

целевая установка — ФУ;

механизм управления (МУ);

технология управления;

система информационно-аналитической поддержки управления (ИАСУ);

система кадрового обеспечения (СКО).

Для СОУ в целом и указанных структурных компонент могут быть сформулированы задачи анализа, синтеза, проектирования (разработки), создания, обеспечения функционирования и развития.

Конкретную функцию управления (Φ_{y_i}) определим как нормативно установленную задачу (направление, род деятельности) конкретного субъекта управления. На практике изначально устанавливается выделенный блок однородных Φ_{y_i} , где всякая $\Phi_{y_i} \in \Phi_{y_i} \in \{\text{ФУ}\}$ определяется в нормативных (законодательно-нормативных) актах путем указания целей, направлений деятельности, задач, методов управления, полномочий, прав и ответственности субъектов.

В системе создания управления ФУ является концептуальным элементом механизма организационного управления (МОУ) и представляется как структурированная система деловых установок в выделенном направлении

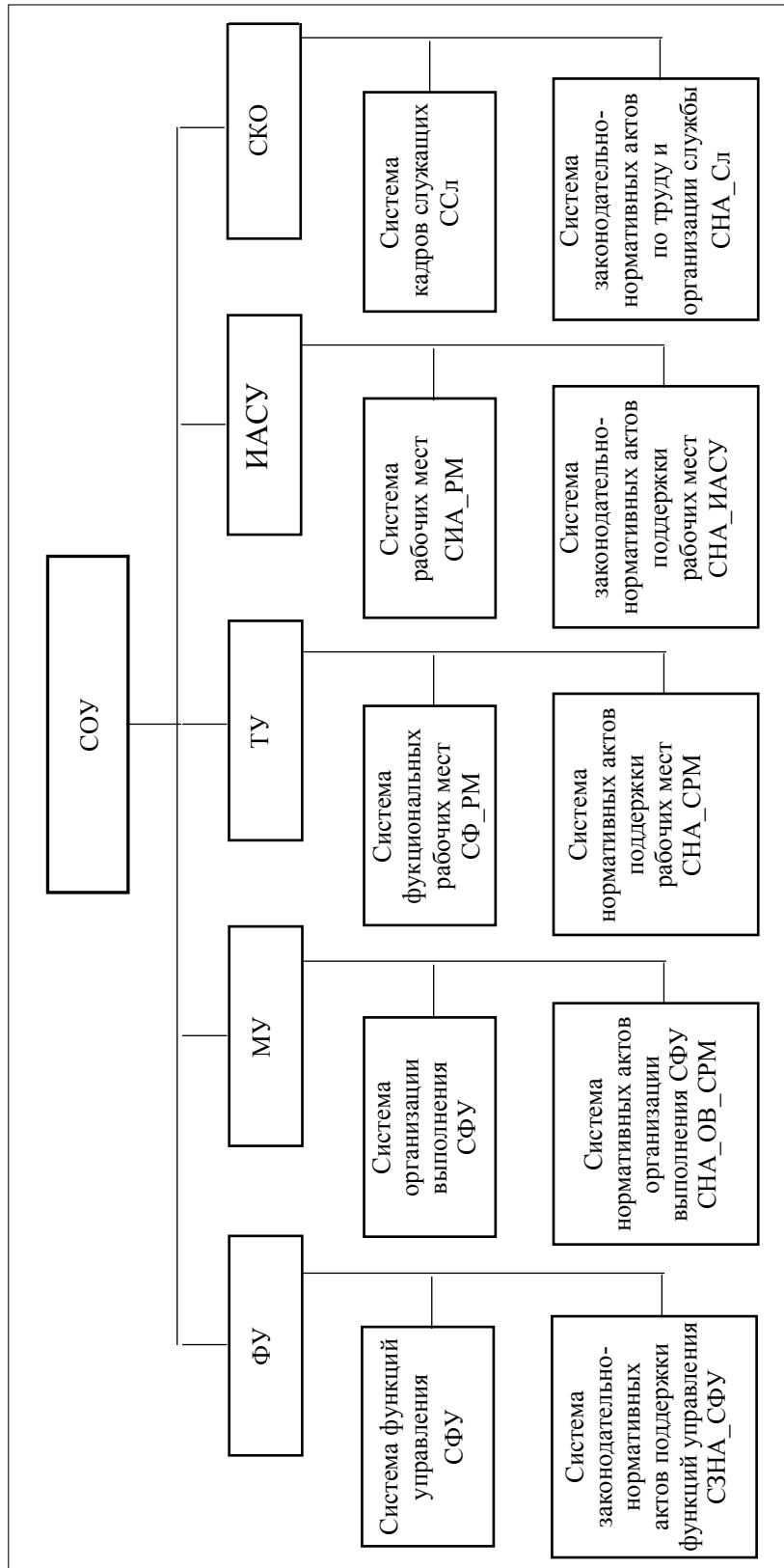


Рис 2. Концептуальная схема организации управления

управленческой деятельности, которое реализуется субъектами управления посредством порождаемых ПУ в соответствующих контурах управления (регулирования).

Каждой функции соответствует система характеристик:

- общественная значимость (Ozn);
- выделяемый бюджетный ресурс на обеспечение функции ($Res_Ф$);
- выделяемый бюджетный ресурс на управление ($ResU$);
- качество выполнения функции ($Qvol$);
- границы манипулирования ресурсами и допустимые управляющие воздействия на Ob со стороны Ur .

Чтобы получить такое описание требуется серьезное исследование каждой конкретной системы при проектировании оргсистемы вообще и, в частности, на предпроектной стадии разработки АИС.

В практике анализа и синтеза систем управления возникает необходимость в формализации приведенных положений до уровня, позволяющего создать и поддерживать систему управления как технологическую среду, в которой организуются ПУ. При этом обычно устанавливаются следующие атрибуты ФУ для точных и адекватных представлений ПУ:

- A1. Объект манипулирования (приложения).
- A2. Ожидаемый результат.
- A3. Правила (алгоритм).
- A4. Способ идентификации результата.

Формализация указанных атрибутов обычно предшествует построению информационно-аналитической системы и создает предпосылки для алгоритмизации процессов управления и их последующей информационно-аналитической поддержке средствами компьютерных систем.

С точки зрения приложений системного анализа наиболее сложным элементом разработки любой информационно-аналитической системы является атрибут A3 (правила, алгоритм), предполагающий алгоритмизацию ПУ, обеспечивающего выполнение соответствующей выделенной функции.

Следует указать, что при рассмотрении прикладных вопросов принципиальное значение имеет содержание понятия «алгоритм» и «алгоритмизация». Понятие «алгоритм» принадлежит к числу таких, которые относятся к основаниям важнейших ветвей современной конструктивной математики: теории алгоритмов, общей теории исчислений (теории порождаемых множеств конструктивных объектов), конструктивной математической логики, теории конечных автоматов [3, 4, 6 и др.]. В основе точного определения алгоритма лежит модель «рекурсивного способа формального мышления», позволившего крупнейшим математикам, работавшим в этом направлении в XX веке (В. Аккерман, К. Гёдель (K. Gödel), Т. Скалем (T. Skolem), Р. Гудстейн (R. Goodstein), С. Клини (S. Kleene), Х. Роджерс (H. Rogers), А. Марков, М. Минский (M. Minsky) и другим), дать строгое определение алгоритма и создать на его основе аппарат конструктивного математического анализа.

Алгоритм в соответствии с известным тезисом А. Черча [5] отождествляется с некоторой «эффективно вычислимой функцией» (нестрого определенный термин), которая, в свою очередь, отождествляется с математически

строго определенной «общерекурсивной функцией», а для последней всегда может быть построена «машина Тьюринга», которая математически строго определяется в теории конечных автоматов [6]. Используя концепцию универсальной «машины Тьюринга» [7], достаточно просто может быть получено доказательство того, что машина Неймановского типа (любая ЭВМ, способная интерпретировать программу, хранящуюся во внутренней памяти), является универсальным интерпретатором алгоритмов определенного здесь вида, т.е. таких, которые в конечном счете сводятся к численным алгоритмам.

В прикладных науках и на практике широко используется формализованное интуитивное определение алгоритма как детерминированной процедуры, которую можно применять к любому элементу некоторого класса символических *входов* и которая для каждого такого входа дает, в конце концов, соответствующий символический *выход*. При описании ПУ в сложных системах необходимо учитывать наличие в системе субъекта, способного принимать решения на основе выбора как из известных альтернатив (стереотипов), так и путем оперативной продукции такой альтернативы на основе проявления личностного интеллекта, личностной психо-физической установки. Последнее обстоятельство в общем случае ставит под сомнение возможность нахождения «эффективно вычислимой (общерекурсивной) функции», т.е. численного алгоритма с вытекающими последствиями (ограничения возможности компьютерной интерпретации).

По указанной выше причине в рамках рассматриваемой проблемы под алгоритмом предлагается понимать частично-детерминированную процедуру получения управленческого решения (УпРеш), которую можно применить к любому элементу некоторого класса символических ситуаций *входа* и которая для каждой такой входной ситуации дает соответствующий символический *выход* в форме УпРеш. При этом полагается, что в состав алгоритма могут включаться не полностью и не всюду определенные подпроцедуры, представимые в виде численных алгоритмов. Задачей алгоритмизации является получение именно такого алгоритма (регламента) для каждого конкретного ПУ.

Методической основой алгоритмизации является модельное представление ПУ как сложной целевой процедуры (СЦП), интерпретируемой с помощью механизма интерпретации (МИн), состоящего из компьютерной системы (КС), субъекта ПУ (Суб_ПУ) (подготовленный к выполнению ФУ персонал), коммуникационной инфраструктуры (Ком_Инф), обеспечивающей диалоговое взаимодействие (Диа_Взм) Суб_ПУ между собой и с КС (рис. 3).

Исходя из интуитивных представлений полагаем (рис. 4), что Ал_ПУ в общем случае состоит из подалгоритмов ПАл_КС, ПАл_Суб, ПАл_Ком_Инф, а также ПАл_Суб_Л (локальный) и ПАл_Суб_СФ (слабо формализуемый).

Все указанные подалгоритмы (кроме ПАл_Суб_НФ) содержат фрагменты в форме численных алгоритмов, для которых удовлетворяются эмпирически установленные и широко используемые при решении прикладных задач свойства детерминированности, массовости и результативности. Для ПАл_Суб_НФ отдельные указанные свойства могут не выполняться.

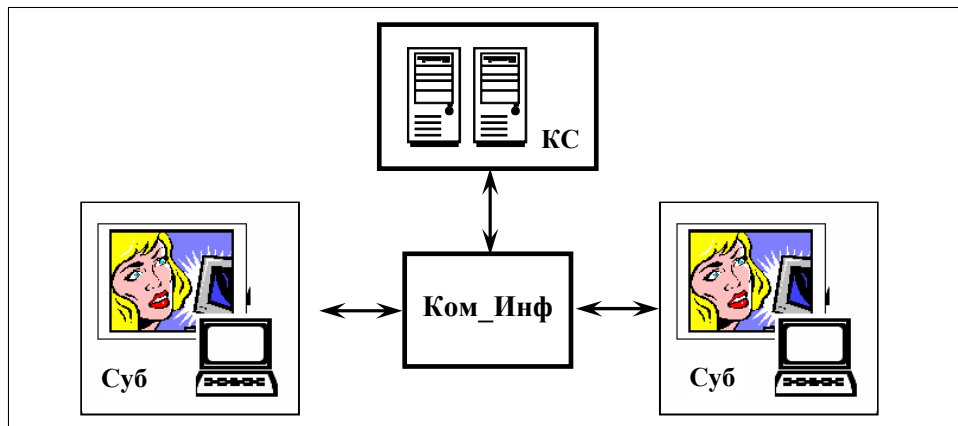


Рис. 3. Механизм интерпретации ПУ

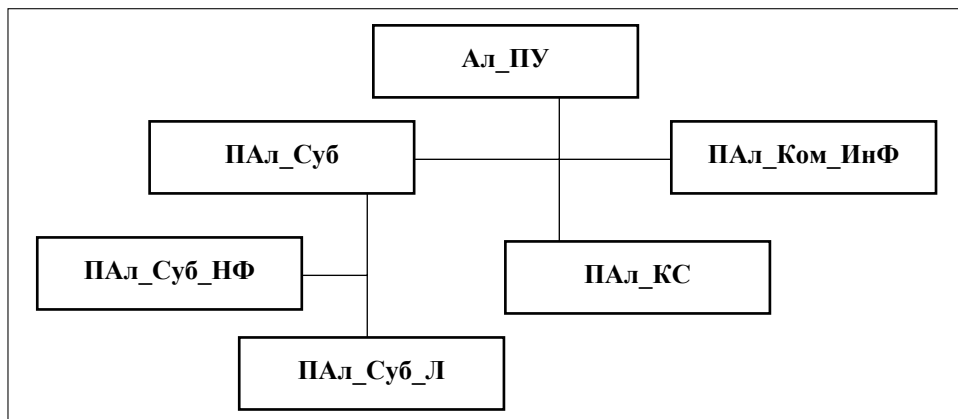


Рис. 4. Структура алгоритма ПУ

Технологизация ПУ. Важнейшим принципом организации управления является **принцип технологизации ПУ**, последовательное применение которого позволяет выполнить формализацию и последующую алгоритмизацию ПУ. Алгоритмизация функции управления сводится к использованию соответствующего понятийного аппарата, состоящего из формализации определения объектов структуры системы, ПУ, базовых операций — деловых процедур {ДПр}, установления точных правил выполнения ДПр и интерпретации результата каждой ДПр в системе субъектов ПУ.

Установление системы функций Φ_u для каждой управляющей структуры (органа управления) является прерогативой учредителя соответствующего органа.

Всякой $\Phi_{y_i} \in \Phi_y$ ставится в соответствие элемент $ПУ_i$ — $ДПр_i \in \{ДПр\}$, структурированный по структуре U_g и операционной специализации его подразделений.

Выделим следующие признаки структурирования ДПр:

- по уровню (рангу R) иерархии принятия управленческих решений: глобальный (уровень R_0) в пределах компетенции органа управления,

локальные первого уровня (R_1, R_2, \dots, R_m) , второго $(R_{11}, R_{12}, \dots, R_{1s})$, $(R_{21}, R_{22}, \dots, R_{2t}) \dots (R_{m1}, R_{m2}, \dots, R_{mr})$ и т.д. в пределах компетенции элементов структуры Ug соответствующей иерархии;

- по технологическим ограничениям компетенции:
 обобщенная (присуща структурам R_0),
 сводная,
 локальная.

Каждый из типов ДПр специфичен и выполнение любой ДПр_{*i*} требует определенной последовательности типовых технологических работ (методов) Раб_{*ij*} \in Раб_{*i*} ($j=1, 2, \dots$), каждая из которых одновременно является адаптацией соответствующей элементарной деловой организационной функции (ДФО) в органе управления. Методы, лежащие в основе ДФО, являются общими и мало зависят от конкретной Φ_y .

Система аппаратных функций. Определим систему аппаратных функций управления (ФУА) методом проекции $\{C\Phi\}$ на $\{ДФО\}$.

$$\{ФУА\} = \{C\Phi\} \Rightarrow \{ДФО\} \quad (1)$$

или в терминах технологических работ

$$\{ФУА^*\} = \{C\Phi\} \Rightarrow \{Раб\}. \quad (1a)$$

Проекцию вида (1a) будем рассматривать как отражение произвольной функции Φ_j на метод организационного управления ДФО_{*j*}, в результате которого устанавливается некоторая выделяемая часть функции, реализуемая соответствующим установленным в данной организационной структуре методом ДФО_{*j*} – ДФА_{*ij*}. Именно система аппаратных функций $\{ФУА\}$ входит в положения о соответствующих ОУ, в должностные инструкции персонала ОУ (аппаратных чиновников) и является объектом алгоритмизации при информатизации (разработке ИАС). Выполнение всякой ФУА_{*i*} \in ФУА связывается с организацией ПУ по выполнению всех проекций ФУА_{*i*} согласно (1a) на все оргструктуры Ug и интеграцией всех частных результатов.

Можно указать унифицированную систему $\{ДФО\}$ используемых в системе органов управления как процедурную основу $\{ФУА\}$, с помощью которой могут быть построены алгоритмы выполнения Φ_u для широкого класса сложных систем. Всякая конкретная ФУА в системе поддерживается алгоритмом, процедурной основой которого является $\{Раб\}$, адаптированная к соответствующей ФУ.

Специфические особенности операционной деятельности органа управления сложной системы должны учитываться при построении алгоритмов выполнения Раб, которые, как правило, являются интерактивными, групповыми (реже индивидуальными) и человеко-машинными. В них можно выделить автоматизируемые машинные фрагменты (АМФ) — предмет разработки алгоритмов и конкретных автоматизированных систем информационно-аналитической поддержки процессов управления.

Элементы алгоритмического описания процесса управления. Объектом алгоритмизации является ПУ. Основные категории, которые здесь рассматриваются:

система (описание ее функций, структуры, методов и др. компонентов, представляющих систему как среду протекания процессов управления);

контур управления — среда локализации конкретного частного ПУ;

управленческое решение — цель конкретного процесса (подпроцесса) управления.

ПУ может быть разбит на основные подпроцессы (рис. 5, табл. 1), каждый из которых имеет свою технологию, поддерживаемую компьютерными средствами. Важнейшей категорией в описании процесса управления является управленческое решение (УР).

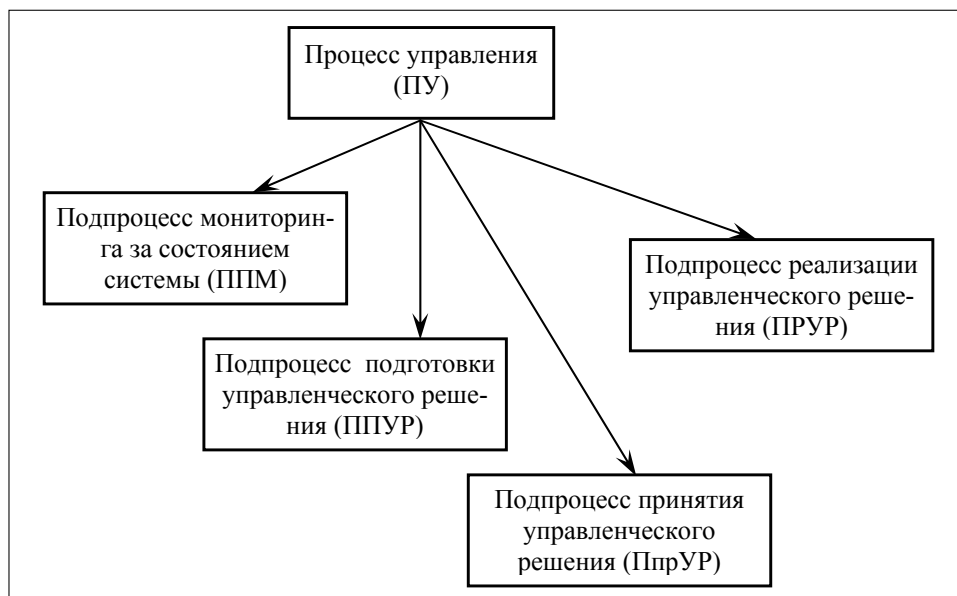


Рис. 5. Содержание процесса управления

Таблица 1. Характеристика подпроцессов ПУ

Подпроцессы ПУ	Характеристика алгоритмических действий	Характеристика операций алгоритма
ППМ	Алгоритм мониторинга состояния	Измерение и учет
ППУР	Алгоритмы подготовки вариантов решений	Анализ, поиск знаний, моделирование последствий
ПпрУР	Организация информационного обслуживания ЛПР, программа действий	Предоставление материалов о вариантах, проекты документов
ПРУР	Организационно-технологический алгоритм реализации УР	Доведение решения, исполнительские операции, контроль исполнения, анализ результатов

Язык алгоритмического описания процессов управления может быть построен на основе базового набора элементарных деловых процедур.

ПУ в реальной сложной системе организуется группами (командами) с помощью специфических регламентов, по своей сути достаточно формализованными **сценариями** соответствующего ПУ, а процесс выполнения функций каждого элемента системы (субъекта) можно рассматривать как ролевую игру [9].

Дальнейший шаг формализации процесса управления — алгоритмизация сценария, направленная на создание системы компьютерной поддержки сценарной модели ПУ.

Существующие алгоритмические языки эффективны для алгоритмизации вычислительных процедур и мало приспособлены для алгоритмизации ПУ в целом.

Каждому ПУ и отдельной деловой процедуре (ДФО_{*j*}) может соответствовать организационно-технологическая процедура (ОТП_{*j*}), для формального описания (представления) которой используются специальные языковые средства:

- инструктивно-методические материалы традиционной управленческой культуры (инструкции, правила, указания, нормы, нормативы и т.п.), утверждаемые ЛПР соответствующего ранга (ЯС1);
- формализованные методы представления Раб как последовательности традиционных деловых операций в форме различных графических образов (в основном схем, граф-схем, блок-схем, сетевых графиков и т.д.), допускающих наглядное представление плана и его логическое сопровождение (ЯС2);
- формализованные методы типа ЯС2, имеющие средства оптимизации плана и его оперативной перестройки (корректировки) в момент $t + 1$ в зависимости от результатов его выполнения к моменту t (ЯС3).

До настоящего времени в практике управления наиболее распространены ОТП_Раб типа ЯС1.

На уровне управления участками производства часто используются ОТП_Раб типа ЯС2. В качестве примера приведем методологию линейных диаграмм (графиков) Ганта.

В практике управления крупными проектами (ОТП_Раб типа ЯС3) используются различные сетевые методы, поддерживаемые мощными компьютерными средствами. В их основу обычно закладываются методы сетевого планирования (критического пути, ПЕРТ и др.).

Элементарные деловые процедуры. Система широко используемых на практике основных технологических Раб показана в табл. 2. При построении алгоритмов ПУ для реализации ФУ в соответствии с (1а) выполняется адаптация Раб к условиям аппаратной функции соответствующей организационной структуры.

Таким образом, каждой из ФУА_{*i*} ∈ {ФУА} ставится в соответствие ПУ_{*i*}, реализуемый как последовательность организационно-технолого-

ческих процедур $ОП_Раб_{ij} \in ОП_Раб_i$), а также служба $Сл_Раб_i$, организационно-технологически обеспечивающая выполнение соответствующей функции. В современных системах процесс управления организуется путем реализации интерактивных человеко-машинных операционных действий, каждое из которых проводит соответствующую работу как исполняемый алгоритм ($Ал_ПУ_i$).

Таблица 2. Характеристика системы базовых управленческих работ

Раб	Содержание Раб	Методы и модели Раб
Анализ Анал	В общем случае определяется его целями. Средство, обеспечивающее объяснение причин отклонений состояния системы от требуемого и позволяющее обосновать решения на переход к оперативному управлению или планированию	Методы прикладного системного анализа, принятия решений, моделирования
Прогнозирование Прог	Научно обоснованное суждение о возможных состояниях системы в будущем и/или об альтернативных путях и сроках достижения целевого состояния. Средство снятия неопределенности относительно возможной структуры, свойств или закона функционирования системы в будущем, совокупность возможных вариантов развития системы	Методы и модели прогнозирования, предвидения
Планирование План	Средство последовательного снятия неопределенности относительно требуемой структуры, свойств, закона функционирования системы или внешней среды. Содержит задачу принятия решений по целеполаганию и задачу принятия решения по действиям — совокупность процедур по определению требуемого (целевого, оптимального) состояния системы и действий по достижению этого состояния, объединенных в единый процесс. Осуществляется при изменении условий функционирования ОУ: целей планирования, воздействий внешней среды, препятствующих оперативному управлению, и др.	Методы прикладного системного анализа, принятия решений, моделирования, модели прогнозирования, предвидения
Учет Учет	Система функций, обеспечивающих хранение информации. Содержит ввод-вывод, регистрацию, преобразование формы, поиск, отображение, тиражирование, классификацию, статистическую обработку, выборку, получение агрегированных данных, обеспечение конфиденциальности и целостности информации	Модели функций учета. Изучаются в теории баз данных
Контроль Конт	Система функций, обеспечивающих определение состояния ОУ (измерение, сбор, уточнение данных об объекте управления) и степени отклонения текущего состояния от требуемого по заданным критериям эффективности (соответствия состояния системы требуемому)	Методы и модели обработки информации о состоянии системы

Организация и координация Оргко	Установление постоянных и временных связей между всеми элементами системы, определение порядка и условий их функционирования, объединение компонентов и ресурсов системы таким образом, чтобы обеспечить эффективное достижение намеченных целей, группировка функциональных элементов и ресурсов в организационные структуры, распределение степени ответственности ЛПР в иерархии подсистем управления. <i>Координация</i> — это согласование действий подсистем в соответствии с целями системы и поддержание этого согласования на протяжении цикла управления. Основная задача — устранение системных противоречий	Модели координации и организации. Разрабатываются в общей теории систем, в теории принятия решений, расписаний, в частности, с использованием методов сетевого планирования и управления
Оперативное управление Опруп	Функционирование системы в рамках действующего плана. Решает задачи стабилизации, слежения или выполнения программы управления	Модели и методы мониторинга
Доведение решений Довре	Передача информации о требуемых управленческих действиях и их регламентах по выполнению решений ЛПР	Организационный механизм
Стимулирование Стим	Учет человеческого фактора при организации ПУ	Модели психологии управления (менеджмент)
Мотивация Мотив	Учет человеческого фактора при организации ПУ	Модели психологии управления (менеджмент)
Сбор данных Сбодн	Измерение значений характеристик (показателей, параметров), выполняемое на объекте управления вручную или автоматически	Модели процессов измерения. Изучаются в метрологии
Информационный обмен Иноб	Прием–передача информационных сообщений между субъектами управления в процессе управления	Модели технологий организации информационного обмена
Телекоммуникации Теком	Прием–передача информационных сообщений между субъектами управления в процессе управления с использованием информационно-коммуникационных технологий	Модели информационных потоков в сетях
Формирование сообщения (запроса) Форсо	Преобразование информации к виду, пригодному для передачи по каналам связи в управляющую систему и/или обработка в автоматизированном режиме	Модели функций формирования сообщений. Рассматриваются в теории информации и баз данных
Передача данных по каналам связи Пердн	Осуществляется разными способами, в том числе с использованием средств автоматизации. Главные требования: своевременность, достоверность и безопасность обмена информацией	Модели функций передачи данных. Рассматриваются в теории информации

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПЕРАЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТА АЛГОРИТМА. АТТРИБУТЫ ОПЕРАЦИИ

Основным свойством операции как элемента алгоритма является ее ролевая персонификация, т.е. привязка к конкретной роли, или, в итоге, к конкретному субъекту процесса управления $P_{cy_ПУ}$.

Будем считать, что деловая операция (работа) определена, если в той или иной форме задано восемь атрибутов $\{IDO, T, Ini, Sub, Ob, Ins, Res, Adr\}$ (табл. 3).

Таблица 3. Определение атрибутов операции

Атрибут	Определение	Возможное значение
IDO	Идентификатор операции	Набор признаков, устанавливающий принадлежность операции к конкретному ПУ
T	Временной промежуток выполнения операции	Абсолютный календарный срок: даты начала и окончания, порядковый номер временного интервала
Ini	Инициатор операции	Юридическое лицо (организация, орган), должностное лицо (должность), конкретное физическое лицо
Sub	Субъект оперирования	Должностное лицо в аппарате
Ob	Объект оперирования	Объект: документ, другой источник информации, должностное лицо (группа должностных лиц), юридическое или конкретное физическое лицо
Ins	Инструкция, устанавливающая порядок действий по выполнению операции	Положение, должностная инструкция, программа, план действий, руководящий или нормативный материал, устанавливающие правила и технологию выполнения операции
Res	Результат оперирования	Точное определение желаемого конкретного результата выполнения операции: документ, информация, знания, значения показателя
Adr	Адресат результата	Юридическое лицо (организация, орган), должностное лицо (должность) или конкретное физическое лицо, для которого предназначен результат

Введем определения, касающиеся формализации представления алгоритмов управления (Al_Y).

При записи алгоритма первичным элементом является простой оператор — строка алгоритма (A_{Str}) следующего вида:

$$[IDO, T, Rab, Ini, Sub, Ob, Ins, Res, Adr], \quad (2)$$

где Rab — вид деловой процедуры (базовой работы из табл. 2).

Выражение (2) определяет множество исходных допустимых выражений языка представления Al_Y .

Типовые последовательности операторов в алгоритме. Как следует из теории алгоритмических языков, можно выделить три основных фраг-

мента (синтаксические конструкции) для достаточно широкого класса численных алгоритмов:

- линейная последовательность операторов (LFA);
- разветвление, представляющее фрагменты с предикатами;
- цикл с фрагментами, содержащими итерации.

Полагаем, что указанные типовые фрагменты могут быть приняты в качестве методической основы формализации представления алгоритмов управления в оргсистемах.

Последовательность

AStr_1

AStr_2

.....

AStr_1

назовем **линейным фрагментом алгоритма LFA**.

Фрагмент, показанный на рис. 6, называется **разветвлением (RFA)**, где S — точка входа; $PR(U1)$ — условие; стрелка с началом \bullet — выход из оператора $PR(U1)$, если условие $U1$ выполняется; стрелка с началом \blacklozenge — выход из оператора $PR(U1)$, если условие $U1$ не выполняется; F — точка выхода.

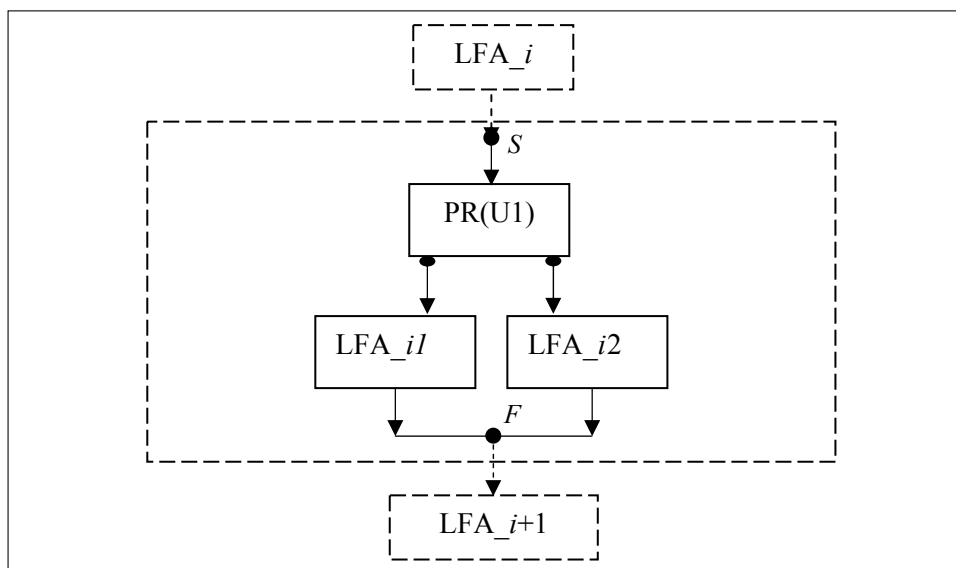


Рис. 6. Разветвление (RFA)

Фрагмент, показанный на рис. 7, называется **циклом (CFA)**, где S — точка входа; $PR(U1)$ — условие входа в цикл, $PR(U2)$ — условие выхода из цикла; F — точка выхода; остальные обозначения те же, что и на рис. 6.

Введенные типовые фрагменты LFA, RFA, CFA указывают на синтаксические конструкции языка алгоритмизации ФУ типа ЯС2 и задают архитектуру символического представления алгоритмов в виде блок-схем, широко используемых в практике описания постановок задач и программ.

Многопольный метод записи Ал_У. Как указывалось выше, в системах рассматриваемого типа в общем случае Ал_У лишь частично представимы в форме численных алгоритмов, что порождает проблему использо-

выявляется перечень управленческих решений и состав управленческих операций по специальным методикам экспертного обследования. Для представления интерактивных алгоритмов предлагается язык многопольных блок-схем. Для каждого субъекта управления m -группы (Gt_m) выделяется отдельное поле записи алгоритма (ПЗА_(Субъект)) (рис. 9)

Любой интерактивный алгоритм для группы Gt_m записывается в параллельной форме на полях ПЗА_Суб₁ – ПЗА_Суб _{m} .

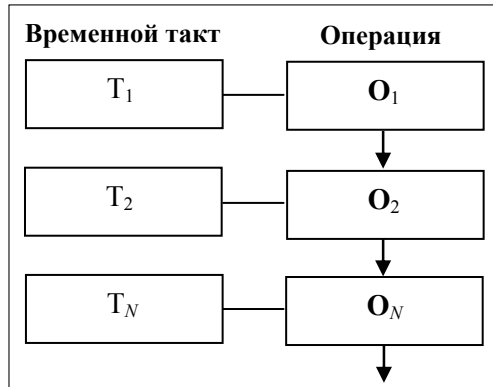


Рис. 8. Фрагмент алгоритма

Каждый локальный алгоритм Ал_Суб _{j} представляется в ПЗА в виде последовательности строк, привязанных к системным временным тактам T_k . На каждой строке записывается одна операция. Для фрагментов типа CFA привязка к T_k может быть выполнена с помощью специального механизма — динамического супервизора (ДСп) в динамике.

Каждая операция как элемент блок-схемы алгоритма записывается

в форме шаблона (рис. 10,а), где

Vx1 — точка входа от предыдущей операции на данном ПЗА;

Vx2 — точка входа от предыдущей операции на другом ПЗА;

поле входа — адрес предшествующей операции: идентификатор ПЗА и номер такта;

операция — краткое наименование и обозначение операции;

поле перехода — адрес последующей операции: идентификатор ПЗА и номер такта;

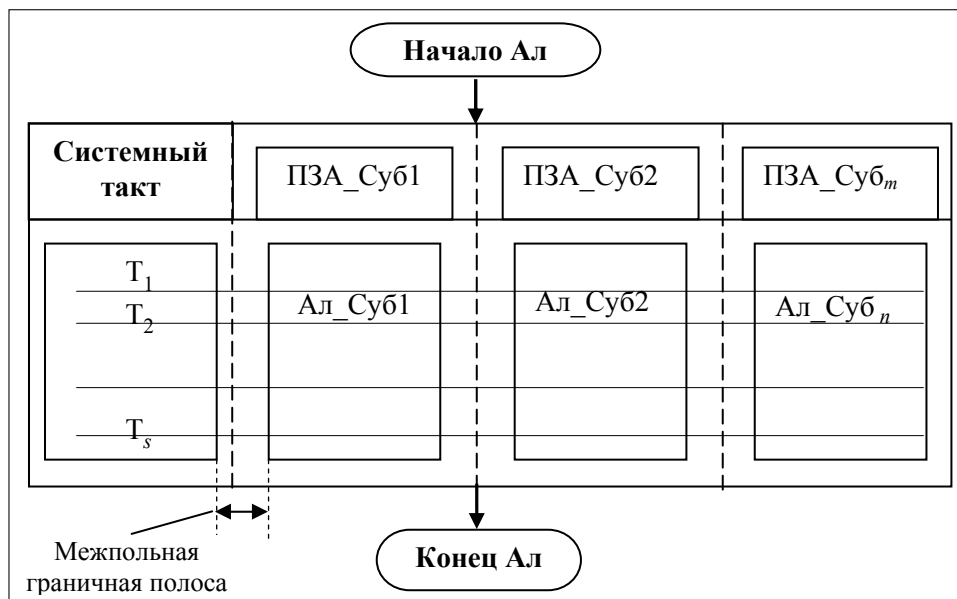


Рис. 9. Принцип многопольной записи интерактивного алгоритма

вых 1 — точка выхода для продолжения алгоритма на данном ПЗА;

вых 2 — точка выхода для продолжения алгоритма на другом ПЗА.

Переход от операции к операции на одном ПЗА показан соединительными линиями в пределах ПЗА. Для определения переходов между операциями на различных ПЗА служат поля входа и перехода. Для графического изображения переходов могут использоваться межпольные граничные полосы.

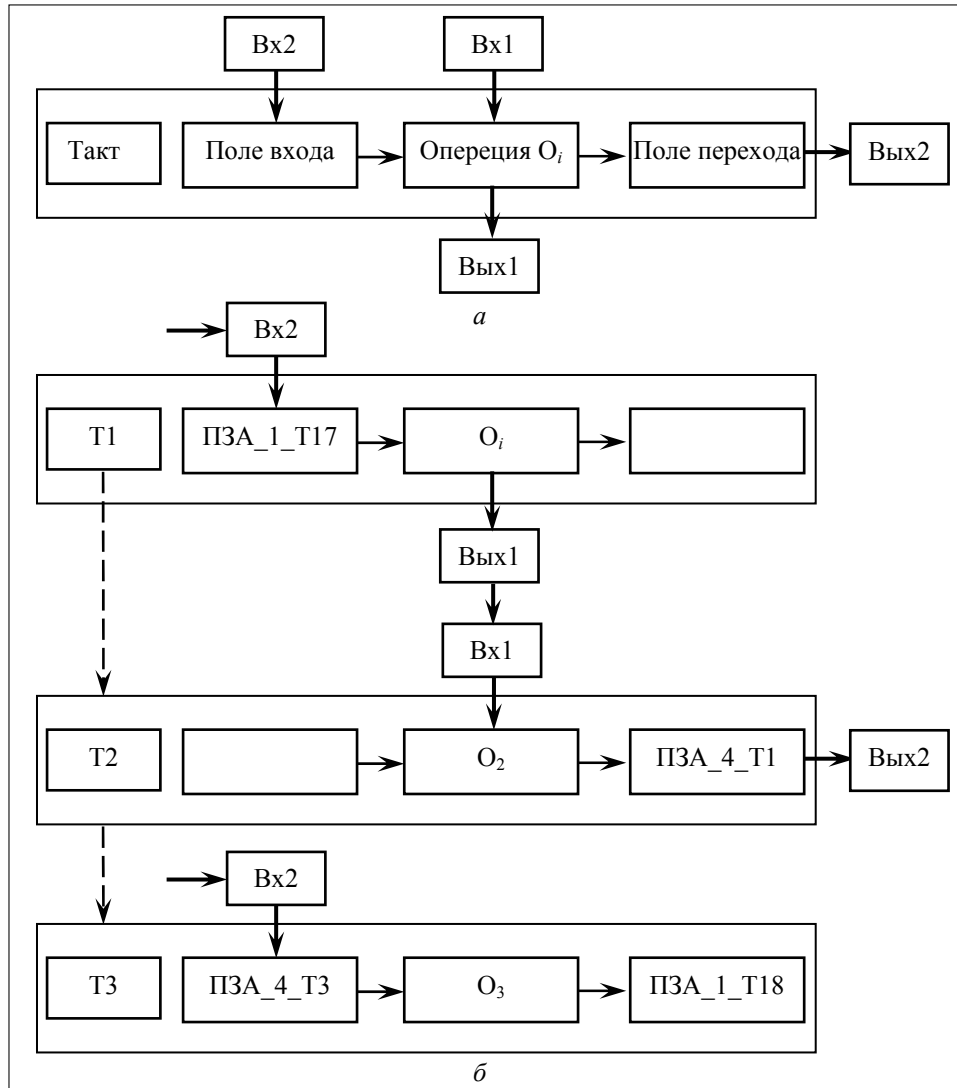


Рис. 10. Алгоритм: а — шаблон операции; б — фрагмент блок-схемы алгоритма

На рис. 10,б показан локальный фрагмент интерактивного алгоритма на одном из ПЗА.

Системные временные такты T_k могут иметь следующие значения:

$T_k = T_0 + k$, $k = 1, 2, \dots$ — порядковый номер интервала от начала отсчета T_0 ;

$T_k = T_0 + k * \Delta t$, $k = 1, 2, \dots$ — условное время выполнения k -го операционного такта;

Δt — длительность стандартного временного интервала, в течение которого начинается и завершается любая операция;

T_0 — условный момент начала выполнения алгоритма;

$T_{ka} = T_a + k * \Delta t$, $k = 1, 2, \dots$ — реальное время выполнения k -го операционного такта;

T_a — реальный (астрономический) момент начала выполнения алгоритма.

В общем случае $T_k = T_{k-1} + T_{оп}$, где $T_{оп}$ — время выполнения операции (различное для разных операций).

В связи с изложенным необходимо уточнить механизм интерпретации такого интерактивного алгоритма. В частности, для каждого ПЗА следует выделить (реально или виртуально) систему интерпретации фрагмента алгоритма — процессор ПЗА с функциями системного менеджмента.

Рассмотренный выше способ представления интерактивных алгоритмов можно рассматривать как модель, на основании которой строится формализованный алгоритмический язык с точным определением исходных морфем, термов, операторов, выражений, синтаксиса и правил записи. В качестве методического прототипа такого языка может быть использован язык логических схем (ЯЛС) или его расширение — язык сетевых схем (А.А. Ляпунов, Ю.И. Янов, Н.А. Криницкий и др.). Подобная разработка прикладного варианта языка требует существенного расширения состава, семантики элементов и синтаксиса. Она может быть предметом реализации крупного научного проекта. Однако для отдельного частного случая построение ЯЛС принципиальных трудностей не представляет.

Менеджмент системы интерпретации Ал_ПУ. Условием обеспечения интерпретации (исполнения) всякого Ал_ПУ_{*i*} является назначение текущих значений атрибутам алгоритма и отдельным операциям в его записи.

Рассмотрим два случая:

1. В цикле функционирования системы одновременно реализуется только один ПУ по единому Ал_ПУ.

2. В цикле функционирования системы одновременно реализуется множество ПУ_{*i*} ∈ ПУ ($i = 1, 2, \dots$) по Ал_ПУ_{*i*} ∈ Ал_ПУ.

Первый случай — идеальный, однако на практике он не встречается. Удобен при исследовании концептуальной стороны проблемы. Во втором, реальном случае, возникает серьезная проблема представления более чем одного алгоритма по введенному методу, совмещения во времени операций отдельных субъектов по различным Ал_ПУ и интеграции получаемых на каждом шаге алгоритма результатов в пределах каждого ПУ. Для совмещаемых Ал_ПУ на каждом ПЗА необходимо вводить дополнительные подполя ПЗА и процедуры менеджмента, связанные с планированием работ и их управлением.

Далее рассмотрим проблему менеджмента для первого случая. В этом идеальном случае менеджмент сводится к установлению регламента для решения трех главных задач: тактирования, синхронизации и координации.

В данном определении весьма важно то, что интерактивный алгоритм тактирован, т.е. привязан к определенному условному моменту времени, который получает реальное значение при интерпретации (исполнении, прогоне) алгоритма.

Алгоритм до интерпретации должен быть синхронизирован. Локальные алгоритмы для отдельных ПЗА могут первоначально записываться в системе собственных тактов. При построении глобального алгоритма все локальные его фрагменты нормализуются путем приведения к единой системной тактировке.

Синхронизация заключается в привязке каждой операции (процедуры) к конкретному моменту (промежутку) времени. Существует два способа синхронизации:

- 1) по периодичности — годовая, квартальная, месячная, недельная, суточная;
- 2) по моменту начала (завершения) операции (процедуры) — дата, время.

Кроме того, интерактивный алгоритм должен быть пооперационно скорординирован по составу и семантике исходных данных и выходных результатов.

Координация заключается в оперативном устранении неопределенности и уточнении значений реквизитов и показателей в исходных/выходных данных, в том числе:

- состава реквизитов и показателей;
- семантического смысла реквизитов и показателей;
- сроков начала и завершения;
- источников исходных данных;
- адресатов выходных данных.

В зависимости от вида операций локального алгоритма могут быть указаны следующие способы (табл. 4) синхронизации (координации).

Фрагмент алгоритма на данном ПЗА, не содержащий входов с других ПЗА и выходов на другие ПЗА, будем называть линейным фрагментом (ЛФАл).

Всякий ЛФАл может быть свернут в подалгоритм и помечен в блок-схеме как ПАл_(Имя) с условным размещением на самом раннем такте ЛФАл.

Алгоритм, полученный после выполнения сверток всех ЛФАл, будем называть **координирующим алгоритмом (КАл)** для соответствующей Gt_m , а отдельные подалгоритмы трактовать как **обобщенные операции**.

Таким образом, всякому Al_Scu_k в группе Gt_m может быть поставлен в соответствие m -польный $КАл_Scu_k$, а к конкретному субъекту $Суб_s$, назначаемому на роль (Рл_Рсу_ПУ) — поле ПЗА_s, предъявляется требование — способность интерпретировать операции данного ПЗА.

Интерпретация интерактивного алгоритма. Как следует из определения и представления интерактивного алгоритма, его интерпретация требует координации на уровне отдельных фрагментов (операций) алгоритма. Синхронизация действий субъектов может быть достигнута путем введения

ролевых **функций администрирования (менеджмента)** и специальных субъектов управления административно-технологического типа (менеджеров ПУ): **главного менеджера** — Мен_Гл, **системного менеджера (координатора)** — Мен_ПУ_Сист и **локального менеджера (координатора)** — Мен_ПУ_Лок, осуществляющих указанные функции на уровне системного и локального алгоритмов.

Таблица 4. Основные способы синхронизации (координации)

Наименование операции	Заданные условия выполнения операции	Способы синхронизации (координации)
Независимые	Периодичность Исходные данные (пакет) Результат (пакет документов) Место хранения результата	Автономное функционирование — синхронизация по периодам функционирования
Системно связанные	Точное время начала Наиболее позднее время завершения Исходные данные, источники данных Результат операции (пакет документов) Место хранения контрольного экземпляра результата Перечень адресатов документов (список рассылки) Реестр фактической рассылки	Синхронизация по моменту начала или завершения операции и координация при возникновении противоречий между субъектами по исходным данным и результатам
Оперативно выполняемые	Точное время начала Точное время завершения Исходные данные, источники данных Результат (пакет документов) Место хранения результата	Синхронизация по каждому такту, оперативная координация на любом такте

Рассмотрим следующую концептуальную модель инструмента администрирования.

Динамика функционирования системы отображается на **системном табло администратора (Стабл_Адм)**, в том числе:

системный алгоритм в целом — на Стабл_Адм главного администратора (Стабл_Адм_ГлАдм), локальный алгоритм — в статусном окне администрирования АРМ соответствующего субъекта (СтОк_Адм_(Суб)).

С помощью Стабл_Адм_ГлАдм могут быть просмотрены все ПЗА активного (в данный момент) системного алгоритма (выполняемая, предыдущая и последующая операции), а также все компоненты других поддерживаемых алгоритмов.

В окне СтОк_Адм_(Суб) отображаются фрагменты (выполняемая, предыдущая и последующая операции) активного локального алгоритма, а также компоненты других поддерживаемых локальных алгоритмов данного ПЗА.

Для каждой операции могут быть вызваны значения всех атрибутов.

Основные команды (операции) менеджеров ПУ, необходимые для выполнения функций управления, указаны в табл. 5.

Рассмотренные элементы представления алгоритмов в принципе позволяют выполнить их формализацию как на функциональном, так и на технологическом (менеджмента) уровнях ПУ.

Таблица 5. Перечень типовых команд (операций) администрирования процесса выполнения алгоритма

Наименование операции	Сокращенное наименование	Содержание (директива системному администратору (администраторам) локальных алгоритмов)
Открыть процесс по алгоритму Al_Scu_i	Отк_Аl_Scu	Начать процесс
Заккрыть процесс	Закр_Аl_Scu	Завершить процесс
Выполнить контроль состояния процесса	Контр_Аl_Scu	Предоставить информацию о состоянии процесса
Приостановить процесс	Приост_Аl_Scu	Приостановить процесс с сохранением полученных результатов до новой директивы
Продолжить процесс	Прод_Аl_Scu	Продолжить процесс с использованием результатов, накопленных до приостановки директивы
Открыть процесс по операции Op_O_i алгоритма Al_Scu на ПЗА k такте T_l	Отк_Аl_Scu_ПЗА_k_Оп_О_i_T_l	Начать операцию
Заккрыть процесс	Закр_Аl_Scu_ПЗА_k_Оп_О_i_T_l	Завершить операцию
Выполнить контроль состояния процесса	Контр_Аl_Scu_ПЗА_k_Оп_О_i_T_l	Предоставить информацию о состоянии процесса
Приостановить процесс	Приост_Аl_Scu_ПЗА_k_Оп_О_i_T_l	Приостановить операцию с сохранением полученных результатов до новой директивы
Продолжить процесс	Прод_Аl_Scu_ПЗА_k_Оп_О_i_T_l	Продолжить процесс с использованием результатов, накопленных до приостановки директивы
Установить точно момент начала процесса	Уст_Нач_Аl_Scu_ПЗА_k	Редактировать атрибуты алгоритма на ПЗА
Установить точно момент окончания процесса на последнем такте	Уст_Оконч_Аl_Scu_ПЗА_k_T_Посл	— // — // —
Установить точно момент начала процесса	Уст_Нач_Аl_Scu_Оп_О_i_ПЗА_k_T_l	— // — // —
Установить точно момент окончания процесса на последнем такте	Уст_Оконч_Аl_Scu_Оп_О_i_ПЗА_k_T_Посл	— // — // —

Укажем на следующие проблемы, связанные с представлением алгоритмов:

1. Учет итераций циклов с заранее неизвестным числом повторений, которые возникают в реальных ПУ.
2. Параллельное представление различных алгоритмов на одном ПЗА. В реальных ОУ каждый субъект управления задействован в выполнении нескольких алгоритмов (процедур) на одном периоде времени.
3. Оперативное планирование и контроль выполнения работ.

Указанные проблемы, как правило, в настоящее время разрешаются исключительно организационными методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гольшев Л.К.* К постановке общей задачи создания системы стратегического управления динамическим объектом высокой сложности // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2006. — №1. — С. 41–55.
2. *Гольшев Л.К.* Концептуальный подход к решению общей задачи синтеза системы стратегического управления динамическим объектом высокой сложности // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2006. — № 2. — С. 28–39.
3. *Колмогоров А.Н.* Теория информации и теория алгоритмов. — М.: Наука, 1987. — 304 с.
4. *Роджерс Х.* Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость. — М.: Мир, 1972. — 624 с.
5. *Черч А.* Введение в математическую логику. — М.: ИЛ, 1960. — 342 с.
6. *Логика. Автоматы. Алгоритмы* / М.А Айзерман, Л.А. Гусев, Л.Н. Розоноэр и др. — М.: Физматгиз, 1963. — 556 с.
7. *Минский М.* Вычисления и автоматы. — М: Мир. — 1971. — 365 с.
8. *Гольшев Л.К.* К вопросу о конструировании интерактивных систем // Пробл. проектирования и моделирования обеспечивающих подсистем РАС УССР: Сб. науч. тр. — Киев: ИК АН УССР, 1977. — С. 63–72.
9. *Гольшев Л.К.* Сложные системы с развитой функцией информационно-аналитической поддержки управления. Элементы теории, методологии, практики. — Киев: Тираж, 2001. — 253 с.
10. *Криницкий Н.А.* Равносильные преобразования алгоритмов и программирование. — М.: Сов. радио. — 1970. — 304 с.

Поступила 05.06.2006