

УДК 681.322

ПОСТРОЕНИЕ РОЛЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ УПРАВЛЕНИЯ В СЛОЖНЫХ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Е.А. Дружинин¹, канд. техн. наук, Д.А. Горлов¹, А.А. Сиора²

¹ *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ»*,
² *ЗАО «Радий»*

Предложены принципы построения ролевых протоколов управления в сложных социотехнических системах.

* * *

Запропоновані принципи створення ролевих протоколів управління в складних соціотехнічних системах.

* * *

The principles of building the roles protocols in complex sociotechnical systems are proposed.

Одним из факторов успешного функционирования организации является эффективность работы ее управляющей структуры. С ростом сложности решаемых задач усложняется и система управления организацией. Современные сложные социотехнические системы (ССТС) являются распределенными и многоуровневыми системами, оценка эффективности структур управления в которых является сложной задачей.

Известные методики исследования функционирования управляющих структур не вполне применимы в современных экономических условиях, так как разработки представителей советских научных школ относятся к плановой экономике, а исследования западных авторов проводятся для стабильных экономических ситуаций.

В то же время создание методов и моделей анализа эффективности организационного управления в сложных социотехнических системах позволит принимать обоснованные решения по оптимизации процессов и структур управления в сложных системах, а значит, позволит снизить затраты на содержание административного аппарата, повысить надежность управления.

Одним из известных подходов к построению моделей функционирования систем управления является подход, основанный на методах теории систем массового обслуживания (СМО) [1]. Этот класс

моделей хорошо изучен и обладает широкой областью применимости. Но представление моделей функционирования в виде СМО – удобный математический аппарат для исследования только в том случае, когда число состояний системы сравнительно невелико и существует большой объем статистических данных о функционировании системы.

Лучшие возможности моделирования ССТС предоставляет агрегативный подход [2]. Агрегат, используемый в этом подходе, является унифицированным строительным элементом для описания функционирования разнородных элементов систем. Это позволяет раскрыть функционирование системы (управления) через функционирование сопряженных агрегативных моделей элементов. Агрегат характеризуется множествами моментов времени T , состояний в каждый момент времени Z , входных X_0 и выходных сигналов Y_0 . Для задания правил функционирования агрегата вводятся: два оператора – оператор переходов H и оператор выходов G , понятие состояние агрегата, в которое может перейти агрегат за малый промежуток времени $z(t+0)$. Агрегативное описание элемента оказывается достаточно универсальным. К агрегативному представлению может быть сведен широкий класс математических моделей функционирования элементов (язык теории дискретных автоматов, системы дифферен-

циальных уравнений, модели массового обслуживания на основе алгоритмического описания).

Однако, хотя агрегативный подход и является достаточно общим и универсальным, он обладает определенной ограниченностью при исследовании сложных систем, обладающих большим множеством наборов состояний.

Таким образом, для исследования функционирования управляющих структур необходимо предложить метод построения формализованной модели ССТС, описывающей как структуру систем, так и процесс их функционирования.

В работе [3] проведен анализ ССТС, описаны подходы к анализу эффективности организационных структур. В работе [4] приведена модель формализованного представления управляющих структур и предложены подходы к формализации описания процессов управления в ССТС. В данной статье на основе подходов, описанных в [4, 5], предлагается формализованное описание протоколов управления в ССТС.

Топологически управляющая структура ССТС представляет собой набор ориентированных графов иерархии подчиненности узлов системы и ориентированных графов каналов передачи данных в системе.

Любая ССТС имеет множество целей G своего существования и, соответственно, множество функциональных задач $Z_{\Phi} = \{z_{\Phi_k}\}$, которые она должна решать для достижения целей из G .

Уровень декомпозиции задач системы может быть определен с помощью понятия элементарной задачи $Z_{\mathcal{O}}$, под которой в данной работе будем понимать такую функциональную задачу, которая может быть решена узлом системы без взаимодействия с подчиненными ему узлами.

Для успешной формализации процессов управления в ССТС необходимо создание системы классификации узлов, участвующих в решении задачи с

точки зрения характера задач управления, решаемых ими относительно текущей функциональной задачи.

Для определения такой системы классификации узлов необходимо создание перечня ролей, которые узлы управляющей структуры могут играть по отношению к функциональным задачам. Для каждой функциональной задачи может быть определен следующий набор задач управления, которые должны быть выполнены управляющей структурой:

- 1) инициация решения;
- 2) приказ на решение;
- 3) контроль и управление решением;
- 4) анализ результатов выполнения.

При возрастании сложности функциональных задач возрастает количество узлов, привлекаемых к их решению, и, соответственно, возрастает сложность задачи контроля и управления решением. Это связано, прежде всего, с необходимостью координации действий узлов управляющей структуры при решении текущей задачи. Поэтому в рамках настоящего исследования представляется целесообразным выделить задачи координации в отдельную задачу управления.

Цикл действий узла организационной структуры по решению задачи управления состоит из последовательного решения следующих задач: анализ сложившейся ситуации, принятие управленческого решения, передача управляющего воздействия. Передача управляющего воздействия происходит в рамках правил информационного обмена, принятого в системе.

Под элементарным протоколом управления будем понимать такой специализированный протокол обмена, который определяет правила взаимодействия двух узлов, один из которых является непосредственным начальником, а другой – подчиненным.

Анализ показывает, что вид элементарных протоколов управления в организационной структуре полностью определяется характером задач управле-

ния, решаемых узлами в процессе выполнения задач из Z_{Φ} .

Приняв в качестве основы предложенный выше набор задач управления, можно определить следующую систему классификации ролей:

1. Инициатор ($I, NRI_{a_i}^{z_k}$)

В функции этой роли входит генерация заявок на решение задач. При этом узел, играющий эту роль, не имеет полномочий отдавать приказ на решение задачи, он просто является заказчиком.

2. Узел, принимающий решение о выполнении задачи (ЛПР, $NRD_{a_i}^{z_k}$)

Эта роль имеет наивысшие полномочия относительно текущей задачи. В функции этой роли входят определение целесообразности решения задачи. Узел, играющий эту роль, отдает приказ на решение задачи и определяет узел, которому делегируются полномочия и ответственность по управлению выполнением поставленной задачи. Узлы этой роли делают выводы о качестве выполнения работы.

3. Управляющий решением (УР, $NRM_{a_i}^{z_k}$)

В функции этой роли входит управление и контроль над решением задачи. При необходимости узлы, играющие эту роль, определяют узлы, которым делегируются полномочия и ответственность по координации решения задачи.

4. Координатор ($K, NRC_{a_i}^{z_k}$)

В функции этой роли входит координация работы соисполнителей, решающих подзадачи текущей задачи. Узел, играющий эту роль, определяет условия, при которых могут выполняться очередные подзадачи текущей задачи, а значит, является инициатором решения подзадач.

5. Непосредственный исполнитель (НИ, $NRE_{a_i}^{z_k}$)

Функцией этой роли является непосредственное исполнение элементарной функциональной задачи.

Предлагаемая иерархия ролей показана на рис. 1.

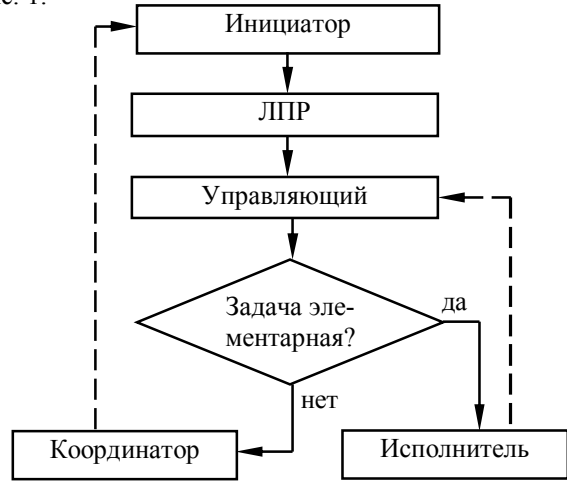


Рис.1. Иерархия ролей в ССТС

В [5] приведен базис операций управления в ССТС. Этот базис операций описывает взаимодействие узлов управляющей структуры без учета специфики ролей этих узлов и может использоваться при моделировании взаимодействия пар узлов, решающих задачи управления решением функциональной задачи. При моделировании действий всей управляющей структуры по решению функциональной задачи нельзя ограничиваться только моделированием взаимодействия пар узлов, так как возможное объединение в одном узле полномочий по решению нескольких задач управления ведет к качественному изменению протоколов управления. Для такого моделирования необходимо специфицировать действия узлов организационной структуры ССТС с учетом предложенной классификации ролей. Расширенный базис операций приведен в таблице.

Расширенный базис операций управления в ССТС

№ п/п	Операция	РСА
Общие		
1	Информационный обмен (ИО)	IE
Инициатор		
2	Подготовка инициатора к исполнению	EP
3	Подготовка управляющего воздействия инициатора (подготовка иницирующего воздействия) (ПУВ _И)	CIP_{NRI}
4	Активное управление инициатора (АО _И)	AC_{NRI}
5	Пассивное управление инициатора (ПО _И)	PC_{NRI}
6	Обработка результата инициатором (ОР _И)	RP_{NRI}
Лицо, принимающее решения		
7	Подготовка ЛПП к решению (Принятие решения) (ПР _{ЛПП})	EP_{NRD}
8	Подготовка управляющего воздействия ЛПП (ПУВ _{ЛПП})	CIP_{NRD}
9	Активное управление ЛПП (АО _{ЛПП})	AC_{NRD}
10	Пассивное управление ЛПП (ПО _{ЛПП})	PC_{NRD}
11	Формирование ответа (ФО _{ЛПП})	AF_{NRD}
12	Обработка результата (ОР _{ЛПП})	RP_{NRD}
Управляющий решением		
13	Подготовка к исполнению УР (ПИ _{УР})	EP_{NRM}
14	Подготовка управляющего воздействия УР (ПУВ _{УР})	CIP_{NRM}
15	Активное управление УР (АО _{УР})	AC_{NRM}

16	Пассивное управление УР (ПО _{УР})	PC_{NRM}
17	Формирование ответа УР (ФО _{УР})	AF_{NRM}
18	Обработка результата УР (ОР _{УР})	RP_{NRM}
Координатор		
19	Подготовка к исполнению координатора (ПИ _К)	EP_{NRC}
20	Подготовка управляющего воздействия координатора (ПУВ _К)	CIP_{NRC}
21	Активное управление координатора (АО _К)	AC_{NRC}
22	Пассивное управление координатора (ПО _К)	PC_{NRC}
23	Формирование ответа координатора (ФО _К)	AF_{NRC}
24	Обработка результата координатора (ОР _К)	RP_{NRC}
Непосредственный исполнитель		
25	Подготовка к исполнению исполнителя (ПИ _И)	EP_{NRE}
26	Непосредственное исполнение (НИ)	EXE_{NRE}
27	Формирование ответа исполнителя (ФО _И)	AF_{NRE}

Анализ предложенного базиса показывает, что для ролей инициатора, ЛПП и управляющего решением в предложенном базисе алгоритмы исполнения могут быть определены в следующем виде:

$$EXE_{NRI} = CIP_{NRI} \cdot IE \cdot A(P)C_{NRI} \cdot IE \cdot RP_{NRI};$$

$$EXE_{NRD} = CIP_{NRD} \cdot IE \cdot A(P)C_{NRD} \cdot IE \cdot RP_{NRD};$$

$$EXE_{NRM} = CIP_{NRM} \cdot IE \cdot A(P)C_{NRM} \cdot IE \cdot RP_{NRM}.$$

На основе предложенного базиса операций могут быть сформированы типовые протоколы управления, показанные на рис. 2.

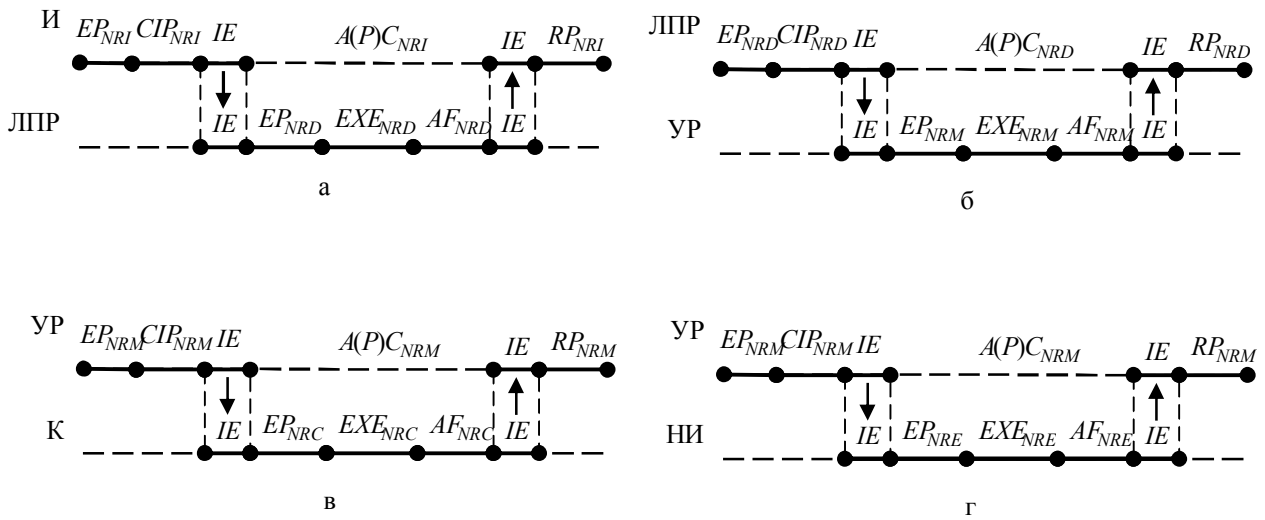


Рис.2. Типовые протоколы управления в ССТС

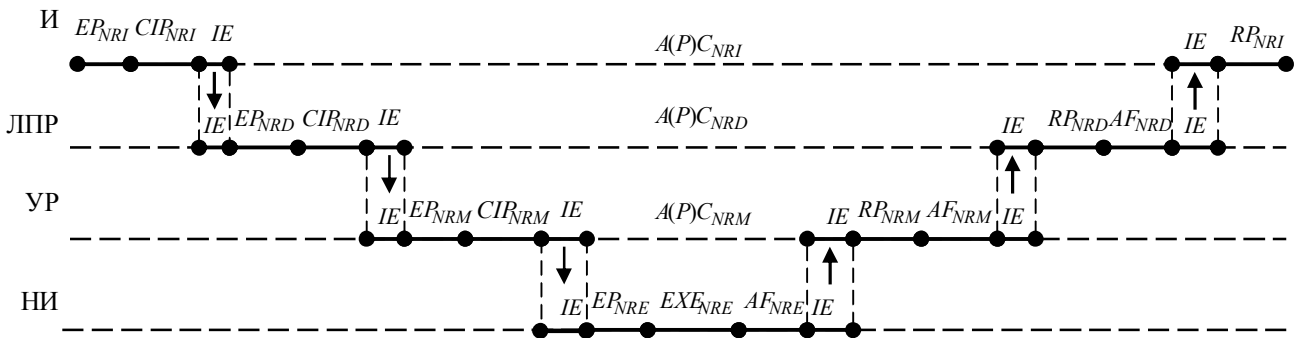


Рис.3. Полный протокол управления решением задачи $z_\phi \in Z_3$

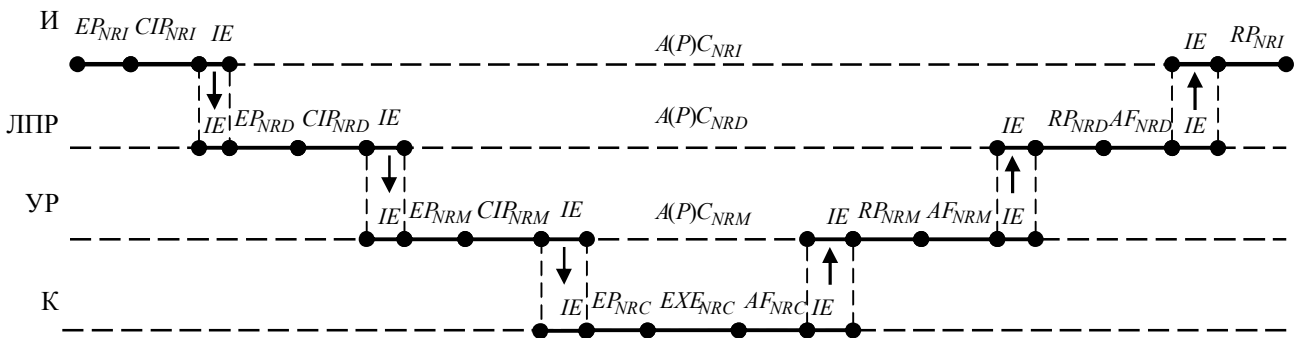


Рис. 4. Полный протокол управления решением задачи $z_\phi \notin Z_3$

На основе предложенных типовых элементарных протоколов управления формируются полные протоколы управления решением функциональных задач.

Процесс решения функциональной задачи $z\phi_i$ системой организационного управления в Гантовском представлении в предложенном базисе операций показан на рис.3 для случая, когда $z\phi_i \in Z_{\exists}$ (функциональная задача является элементарной), и на рис.4 для случая, когда $z\phi_i \notin Z_{\exists}$ (функциональная задача является комплексной).

Если при решении некоторой задачи узел совмещает в себе роли, смежные в иерархии ролей, будет иметь место свертка протоколов взаимодействия этих ролей. Если задача является элементарной, то управляющий ее решением является непосредственным исполнителем, а сама задача не будет иметь координатора.

Правила свертки могут быть определены с помощью системы продукционных правил, описывающей зависимость протоколов управления от совмещения узлами управляющих ролей.

Заключение

В статье предложено формализованное представление протоколов управления в ССТС, предложен базис элементарных операций управления в ССТС.

С помощью результатов, полученных в данном исследовании и в работах [4-5], может быть построена модель функционирования ССТС, которая применима для исследования процессов управления в сложных социотехнических системах при решении ими относительно простых задач, когда задача координации рассматривается как элементарная задача управления.

Для моделирования решения ССТС комплексных задач необходимо декомпозировать задачу ко-

ординации и построить модель ее формализованного представления. Модель, построенная с помощью предлагаемых подходов, может являться исходной для проведения статического и динамического анализа функционирования ССС в целях получения качественных и количественных характеристик для управляющих узлов и всей ССС в целом.

Использование данного подхода позволяет проводить анализ эффективности управления проектными организациями, подразделениями финансовых структур, системами управления производством, предприятиями различных форм собственности.

Литература

1. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – С.-Петербург: Питер, 2001. – 376 с.
2. Бусленко Н.П. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. – М.: Наука, 1977. – 240 с.
3. Научно-методологическое обеспечение управления сложными проектами / Под ред. М.М.Митраховича. –К.: Техника, 2002. – 369 с.
4. Дружинин Е.А., Луханин М.И., Горлов Д.А. Формализованное представления процессов управления в сложных социотехнических системах // Технология приборостроения. – 2001, №1-2, С.40-44.
5. Дружинин Е.А., Бек В.А, Горлов Д.А. Алгоритмические модели организационного управления в сложных социотехнических системах // Системы обработки информации. – 2002.– Вып. 5(21) – С.288-294.

Поступила до редакції 08.04.03

Рецензенти: канд. техн. наук, професор Попов В.О., Національний аерокосмічний університет “ХАІ”, м. Харків; канд. техн. наук, директор управління надійності та ресурсу Поліщук С.М., ТОВ “Енергоа-том Харків проект”, м. Харків.