

# МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАК КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ МЧС

**С. А. Алексеев, кандидат технических наук. Санкт-Петербургская государственная академия театрального искусства**

Рассматривается модель организации социальной организационно-технической системы (СОТС). Корпоративная сеть МЧС может быть представлена в виде комплекса морфологических структур, компонентами которых являются множества целей функционирования системы, условий, задач, функций, планов, средств, технологий, законов управления ее функционированием.

*Ключевые слова:* организация СОТС, модель, множество, цель, информационно-програмное обеспечение

## THE ORGANIZATIONAL PROCESS MODEL OF FUNCTIONING OF SOCIAL ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEM AS CORPORATE NETWORK OF THE MINISTRY OF EMERCOM OF RUSSIA

S. A. Alekseev

In clause the model of the organization of social organizational-technical system is considered. The corporate network of the Ministry of Emergency Situations can be presented in the form of a complex of morphological structures which components are sets of the purposes of functioning of system, conditions, problems, functions, plans, means, technologies, laws of management by its functioning.

*Key words:* organization of social organizational-technical system, model, set, the purpose, a supply with information-program

Модель организации социальной организационно-технической системы (СОТС) как корпоративной сети МЧС может быть представлена в виде комплекса морфологических структур, компонентами которых являются множества целей функционирования системы, условий, задач, функций, планов, средств, технологий, законов управления ее функционированием. Логическая связь понятия «организация СОТС» с названными компонентами представлена на рис. 1.

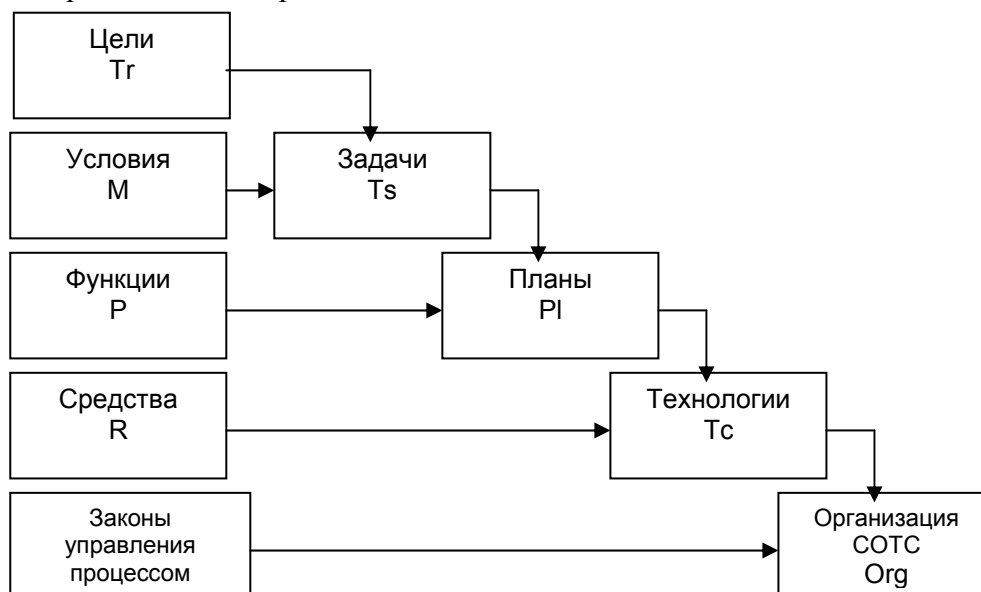


Рис. 1. Связь понятия «организация СОТС» с компонентами морфологических структур

## Модель множества целей

Морфологическая структура целей может быть представлена в виде кортежа:  $Tr(N) = \langle Tr; MTS(Tr) \rangle$ , где  $Tr = \{Tr_i\}, i = \overline{1, n}$  – множество целей функционирования СОТС;  $MTS(Tr)$  – морфолого-временная структура целей, отображающая логико-временную последовательность достижения СОТС целей функционирования. Множество целей необходимо формировать на основе назначения системы и требуемых результатов ее функционирования.

В свою очередь, результаты функционирования СОТС могут быть представлены кортежем вида:  $PE(N) = \langle Pr(N), E(N) \rangle$ , где  $Pr(N)$  – продукт функционирования СОТС;  $E(N)$  – последствия функционирования.

Множество продуктов функционирования системы может быть описано кортежем  $Pr(N) = \langle Pr(N), Re(N) \rangle$ , где  $Pr(N)$  – множество основных продуктов функционирования СОТС;  $Re(N)$  – множество побочных. К основным продуктам относятся те, которые получены в соответствии с функционально-целевым назначением конкретной СОТС; к побочным продуктам относятся те, которые получают вынужденно из-за несовершенства процессов функционирования СОТС (технический брак, ошибки персонала и т.п.).

Каждый продукт функционирования системы может быть представлен кортежем  $Pr_i(N) = \langle NPr_i, TPr_i, QPr_i \rangle$ , где  $NPr_i$  – имя продукта;  $TPr_i$  – тип продукта;  $QPr_i$  – множество характеристик свойств  $i$ -го продукта  $QPr_i = \{PQ(Q_{ij}, Z_{ij}), j = \overline{1, P_j}\}$ , где  $PQ(Q_{ij}, Z_{ij})$  – предикат: «Продукт с именем  $NPr_i$  должен иметь свойства  $Q_{i1}, Q_{i2}, \dots, Q_{iP_i}$  со степенью их проявления от  $Z_{ij} = \min$  до  $Z_{ij} = \max$ ».

Множество последствий функционирования СОТС можно характеризовать в виде кортежа:  $E(N) = \langle E_1(N), E_2(N), E_3(N), E_4(N) \rangle$ , где  $E_1(N)$  – технические последствия (износ оборудования, расход ресурсов и др.);  $E_2(N)$  – психологические последствия, проявляющиеся у персонала (утомление, стресс, повышение или понижение квалификации и др.);  $E_3(N)$  – социально-экономические последствия (профзаболевания, загрязнение рабочей среды и др.);  $E_4(N)$  – экономические последствия (доход, ущерб, прибыль, убытки и др.).

Сформулированное множество целей функционирования СОТС целесообразно представить в виде двух подмножеств  $Tr = Tr_Q \cup Tr_W$ ,  $Tr_Q \cap Tr_W = \emptyset$ ; где  $Tr_Q$  – множество главных целей, соответствующих получению основных продуктов функционирования СОТС;  $Tr_W$  – множество вспомогательных целей, ограничивающих получение числа побочных продуктов и отрицательных последствий функционирования.

## Модель множества задач

Множество задач, которые должна решать СОТС для достижения  $i$ -й цели, включает подмножества, характеризующие состав задач, последовательность их решения и характеристики  $Ts = \langle Ts_i, MTS(Tr_i), M_i \rangle$ , где  $Ts_i$  – множество имен задач, которые необходимо решить для достижения  $i$ -й цели  $Tr_i$ ;  $MTS(Tr_i)$  – морфолого-временная структура множества задач  $\{Ts_i\}$ , отражающая логико-временную последовательность их решения для достижения цели  $Tr_i$ , то есть  $M_i = \{M_{ij}, j = \overline{1, K_j}\}$ , где  $M_{ij} = \langle MR_{ij}, MP_{ij} \rangle$ ;  $MR_{ij}$  – множество условий в виде ограничений на ресурсы;  $MP_{ij}$  – множество условий, ограничивающих размеры отрицательных последствий.

В свою очередь множества  $MR_{ij}$  и  $MP_{ij}$  определяются следующим образом:

$$MR_{ij} = \langle NMR_{ijm}, TMR_{ijm}, QMR_{ijm} \rangle, m = \overline{1, m_R};$$

$$MP_{ij} = \langle NMP_{ijm}, TMP_{ijm}, QMP_{ijm} \rangle, m = \overline{1, m_P},$$

где  $NMR_{ijm}$  и  $NMP_{ijm}$  – множества имен ограничений, соответственно на ресурсы и последствия решения задачи  $Ts_{ij}$ ;  $TMR_{ijm}$  и  $TMP_{ijm}$  – множество типов ограничений соответственно на ресурсы (время, стоимость, квота ошибок и др.) и на последствия (социальные, экономические, психологические и др.);  $QMR_{ijm}$  и  $QMP_{ijm}$  – множества ограничений, определяемых:

1)  $QMR_{ijm} = \{P_{MR}(Q_{ijmk}, Z_{ijmk}), k = \overline{1, K_j}\}$ , где  $P_{MR}(Q_{ijmk}, Z_{ijmk})$  – предикат «Ограничение  $k$  на ресурсы типа  $m$  с именем  $NMR_{ijmk}$  имеет характеристики  $Q_{ijmk}$  со значениями их параметров  $Z_{ijmk}$ »;

2)  $QMP_{ijm} = \{P_{MP}(Q_{ijmv}, Z_{ijmv}), v = \overline{1, V_j}\}$ , где  $P_{MP}(Q_{ijmv}, Z_{ijmv})$  – предикат «Ограничение  $v$  на последствия типа  $m$  с именем  $NMP_{ijmv}$  имеет характеристики  $Q_{ijmv}$  со значениями их параметров  $Z_{ijmv}$ ».

Общее множество имен, решаемых СОТС задач для достижения целей функционирования  $\Theta = \bigcup_i Ts_i$ , а общее множество их характеристик  $Ts(N) = \bigcup_i Ts_i$ .

### Модель плана решения конкретной задачи

Модель определяет состав функций, реализация которых необходима для решения конкретной задачи  $Ts_{ij}$ , последовательность их выполнения в ходе реализации СОТС информационной технологии и их характеристики

$$PL_{ij} = \langle Fn_{ij}, MTS(Ts_{ij}), HFn_{ij} \rangle,$$

где  $Fn_{ij} = \{Fn_{ijl}\}, l = \overline{1, K_j}$  – множество функций, которые необходимо реализовать для решения  $j$ -й задачи для достижения  $i$ -й цели функционирования СОТС;  $MTS(Ts_{ij})$  – морфолого-временная структура функций  $Fn_{ijl}$ , отображающая плановую логико-временную последовательность выполнения функций, необходимых для решения задачи  $Ts_{ij}$ ;  $HFn_{ij}$  – множество характеристик функций (реализуются в виде действий человека-оператора или операций, выполняемых СВТ);  $L_{ij}$  – характеристики логических условий перехода от одной функции к другой. В свою очередь  $F_{ij}$  и  $L_{ij}$  могут быть представлены кортежами вида:

$$F_{ij} = \langle NF_{ijr}, TF_{ijr}, QF_{ijr} \rangle, r = \overline{1, K_F};$$

$$L_{ij} = \langle NL_{ijl}, TL_{ijl}, QL_{ijl} \rangle, l = \overline{1, K_L},$$

где  $NF_{ijr}$  и  $NL_{ijl}$  – соответственно множества имен реальных функций и логических условий перехода;  $TF_{ijr}$  и  $TL_{ijl}$  – соответственно типы реальных функций и логических условий перехода;  $QF_{ijr}$  и  $QL_{ijl}$  – соответственно характеристики реальных функций и логических условий перехода, определяемые следующим образом:

$$QF_{ijr} = \{P_F(Q_{ijrp}, Z_{ijrp}), p = \overline{1, P_r}\},$$

где  $P_F(Q_{ijrp}, Z_{ijrp})$  – предикат: «Функция  $r$  с именем  $NF_{ijrp}$  имеет характеристики  $Q_{ijrp}$  со значениями их параметров  $Z_{ijrp}$ »;

$$QL_{ijl} = \{P_L(Q_{ijlw}, Z_{ijlw}), w = \overline{1, W_l}\},$$

где  $P_L(Q_{ijlw}, Z_{ijlw})$  – предикат: «Логическое условие  $w$  с именем  $NL_{ijlw}$  имеет характеристики  $Q_{ijlw}$  со значениями их параметров  $Z_{ijlw}$ ».

### Модель технологии выполнения конкретной функции

Модель определяет способ (способы) выполнения конкретной функции  $Fn_{ij}$ , то есть компоненты СОТС, участвующие в ее выполнении (персонал операторов, СВТ, интерфейсы и др.), схему их логического взаимодействия и их характеристики, то есть  $Tc_l(N) = \langle MTc_l, CTc_l \rangle$ , где  $MTc_l$  – множество возможных технологических способов выполнения функции  $Fn_{ijl}$ ;  $CTc_l$  – множество компонент СОТС, принимающих участие в реализации технологического способа выполнения функции. При этом  $MTc_l = \{MTc_{lt}, P_{MM}(KM_p, MTc_{lt}), t = \overline{1, T_l}\}$ , где  $MTc_{lt}$  – потенциальное множество технических способов выполнения функции  $Fn_{ijl}$  (например, для СОТС выполнение функции месячного планирования работы может быть реализовано либо вручную, либо с помощью ЭВМ с участием либо только должностного лица, либо с использованием им ЭВМ);  $P_{MM}(KM_p, MTc_{lt})$  – предикат: «Реализация функции  $Fn_{ijl}$  возможна множеством технологических способов  $MTc_{lt}$  при комбинации условий  $KM_p$ ».

Множество характеристик компонент СОТС, принимающих участие в реализации функции  $Fn_{ijl}$  с учетом возможности выполнения ее  $T_l$  способами, имеет вид:  $CTc_l = \{\langle NTc_{lt}, E_{lt}, \Delta R_{lt} \rangle, t = \overline{1, T_l}\}$ , где  $NTc_{lt}$  – имя  $t$ -го способа выполнения функции  $Fn_{ijl}$ ;  $E_{lt}$  – множество компонентов СОТС, принимающих непосредственное участие в выполнении функции  $Fn_{ijl}$ ;  $\Delta R_{lt}$  – расход ресурса на выполнение функции  $Fn_{ijl}$   $t$ -м способом, который может быть представлен в виде:  $\Delta R_{lt} = \{\Delta R_{ltp} \mid p = \overline{1, P_t}\}$ ,  $\Delta R_{ltp} = \{NR_{ltpq}, QR_{ltpq}(NQ_q, Z_q)\}, q = \overline{1, K_q}$ , где  $\Delta R_{ltp}$  – характеристика расхода ресурсов при  $p$ -м варианте участия компонент СОТС в выполнении функции;  $NR_{ltpq}$  – имя  $q$ -го ресурса, используемого на выполнение  $l$ -й функции  $t$ -м способом при  $p$ -м варианте участия компонент СОТС;  $QR_{ltpq}(NQ_q, Z_q)$  – предикат: «Расход  $q$ -го ресурса с именем  $NR_{ltpq}$  характеризуется набором показателей  $NQ_q = (NQ_{q1}, \dots, NQ_{qn})$  со значениями  $Z_q = (Z_{q1}, \dots, Z_{qn})$ ».

### Модель организации управления функционированием СОТС

Модель определяется кортежем вида:  $MC(N) = \langle M(N), C(N) \rangle$ , где  $M(N)$  – множество знаний и данных об организационно-административном управлении СОТС;  $C(N)$  – множество знаний и данных об управлении процессом непосредственного функционирования СОТС.

Управление организационно-административное – это процесс реорганизации целей, состава задач, планов и технологий их решения, которое может быть представлено кортежем:

$$M(N) = \langle MTr(N), MTs(N), MPI(N), MTI(N) \rangle,$$

где  $MTr(N)$  – знания и данные об изменении состава целей функционирования СОТС и их структуры;  $MTs(N)$  – знания и данные об изменении состава задач и их структуры;  $MPl(N)$  – знания и данные об изменении планов решения задач;  $MPl(N)$  – знания и данные об изменении технологии решения задач. Каждый из перечисленных фрагментов кортежа имеет структуру вида:

$$MCX(N) = \langle NMX, KMX, P[X, K, \Phi(t)] \rangle,$$

где  $X \in \{Tr, Ts, Pl, Tl\}$  – имя управляемой компоненты (цели, задачи, планы, технологии);  $NMX$  – множество имен управляемых компонент организации СОТС;  $KMX$  – множество компонент СОТС, участвующих в управлении организацией;  $P[X, K, \Phi(t)]$  – предикат: «Компонента организации  $X$  управляется с помощью множества реальных элементов СОТС  $K$  по закону  $\Phi(t)$ ».

Модель управления процессом непосредственно функционирования СОТС имеет вид:

$$C(N) = \{CC(Fn_{ijl} | i = \overline{1, K_i}, l = \overline{1, K_l})\},$$

где  $CC(Fn_{ijl})$  – фрагмент знаний и данных о составе функций непосредственного управления процессом функционирования СОТС, то есть указывается, какие компоненты СОТС актуализируют и контролируют процесс реализации функций. Фрагмент имеет следующую структуру:

$$CC(Fn_{ijl}) = \langle NCE_{lt}, P[E, K, \Phi(t)] \rangle,$$

где  $NCE_{lt}$  – множество имен управляющих элементов в реализации  $l$ -й функции  $t$ -м способом;  $P[E, K, \Phi(t)]$  – предикат: «Элемент СОТС  $E$  управляет с помощью реальной компоненты СОТС  $K$  по закону  $\Phi(t)$ ».

### Обобщенная модель организации СОТС

Обобщенная модель организации СОТС с учетом представленных выше моделей имеет вид:

$$O(N) = \langle Tr(N), Ts(N), Pl(N), Tc(N), MC(N) \rangle,$$

где  $Tr(N)$  – множество имен целей функционирования;  $Ts(N)$  – множество имен решаемых системой задач для достижения целей;  $Pl(N)$  – множество имен планов (совокупностей функций) решения задач;  $Tc(N)$  – множество имен технологий выполнения функций;  $MC(N)$  – множество имен фрагментов управления (организационного, оперативного) СОТС.

Автоматизированное управление сложной СОТС как МЧС может быть реализовано только в рамках корпоративной сети. При этом следует рассматривать как процессы функционирования локальных систем «оператор–фрагмент КС», так и системы «группа операторов–КС», объединяющей все локальные системы.

В общем случае в модели процесса функционирования должны отображаться процессы различных уровней: выполнение отдельных операций, выполнение функций, решение задач, достижение отдельных целей или их совокупности:

$$MP(N) = \langle MP(0), FSN(F_{ijl}), FSN(F_{ij}), FSN(F_i), FSN(N) \rangle,$$

где  $MP(0)$  – множество моделей выполнения отдельных операций (человеком оператором, конкретным СВТ);  $FSN(F_{ijl})$  – алгоритм процесса выполнения отдельной  $l$ -й функции;  $FSN(F_{ij})$  – алгоритм процесса решения  $j$ -й задачи;  $FSN(F_i)$  – алгоритм достижения  $i$ -й цели функционирования;  $FSN(N)$  – алгоритм достижения всех целей функционирования СОТС.

В свою очередь любой из названных алгоритмов может быть формально представлен в виде функциональной семантической сети [1–3] с учетом того, что процесс управления функционированием СОТС должен рассматриваться применительно к автоматизированному управлению корпоративной сетью МЧС.

Корпоративная сеть МЧС может быть представлена в виде кортежа:

$$CN = \langle S, Q, Ts, G, C \rangle,$$

где  $S$  – структура (состав и связи КС);  $Q$  – информационное и программное обеспечение функционирования системы «группа операторов–КС» (ГОКС) в ходе решения задач автоматизированного управления;  $Ts$  – множество задач, решаемых системой «группа операторов–корпоративная сеть» в ходе автоматизированного управления объектами СОТС;  $G$  – группа сетевых специалистов (операторов), принимающих участие в решении задач автоматизированного управления;  $C$  – множество правил (инструкций), по которым функционирует КС.

В свою очередь  $S = \langle S_k, S_c, S_{APM} \rangle$ , где  $S_k$  – множество компонент КС (рабочие станции, серверы, коммутационные узлы и др.);  $S_c$  – множество связей между компонентами КС (кабельные, оптоволоконные, беспроводные каналы связи);  $S_{APM}$  – множество автоматизированных рабочих мест сетевых специалистов.

Информационно-программное обеспечение может быть представлено в виде кортежа:

$$Q = \langle J, Q_{KC}, Q_c, Q_n \rangle,$$

где  $J$  – информационное обеспечение решения задач управления, возлагаемых на КС;  $Q_{kc}$  – сетевое системное ПО, предназначенное для обеспечения функционирования системы ГОКС;

$Q_c$  – системное ПО работы отдельных ПЭВМ на рабочих станциях (АРМ) КС;  $Q_n$  – прикладное ПО для поддержки решения конкретных задач на каждом АРМ.

Каждая решаемая на конкретном АРМ задача управления  $T_s$  декомпозируется на ряд операций, составляющих в совокупности определенную информационную технологию, реализуемую по определенному алгоритму. Если при решении  $i$ -й задачи реализуется  $j$ -я операция  $C_{ij}$ , выполняемая либо оператором во взаимодействии со средствами автоматизации управления, либо только средствами автоматизации, то множество операций составит  $l$ -й алгоритм функционирования  $a_{ijl}$ . Следовательно, в КС каждый оператор на своем АРМ реализует множество  $A = \{a_{ijl}\}$  алгоритмов функционирования по работе с приложениями и протоколами.

Персонал (группа сетевых специалистов) КС, который участвует в управлении СОТС, может быть представлен кортежем  $G = \langle G_v, G_{пп}, E \rangle$ , где  $G_v$  – множество сетевых специалистов (операторов), работающих на АРМ и управляющих приложениями и протоколами;  $G_{пп}$  – множество управленцев, наделенных правом принимать на своем уровне решения на основе результатов, полученных с использованием КС;  $E$  – множество вертикальных и горизонтальных связей между отдельными специалистами, работающими и использующими результаты функционирования КС. В большинстве случаев функции оператора и лица, принимающего решения, в КС могут быть объединены, то есть управленец определенного уровня СОТС сам работает на АРМ и управляет приложениями и протоколами для сбора и обработки необходимой для решения задачи информации.

Исходя из сказанного, может быть представлен фрагмент процесса решения задач в системе ГОКС (рис. 2).

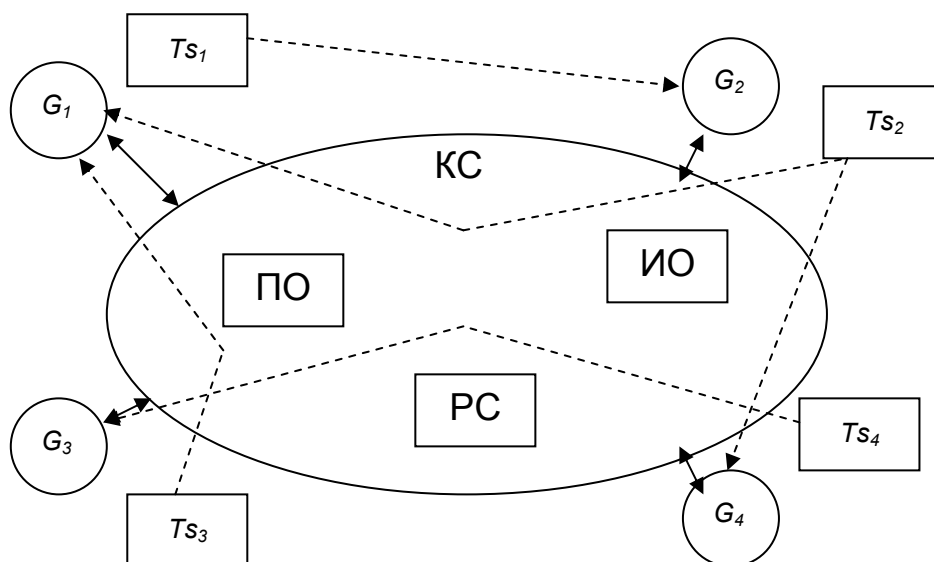


Рис. 2. Фрагмент процесса передачи данных в системе ГОКС:

$G_i$  –  $i$ -й системный специалист (оператор);  $Ts_j$  –  $j$ -я задача, решаемая  $i$ -м оператором;  
 ПО – программное обеспечение функционирования КС; ИО – информационное обеспечение функционирования КС; РС – техническое обеспечение (устройства рабочей станции – АРМ) функционирования КС

С учетом содержания инструкций (руководств) операторам, работающим в КС, каждый  $i$ -й оператор при решении  $j$ -й задачи может реализовывать следующие процедуры:

- 1) использовать свой персональный компьютер (ПК), чтобы получить через КС доступ к различным базам данных других ПК или серверов для получения нужной информации, обеспечивающей решение текущей или последующей задачи управления СОТС;
- 2) использовать свой ПК для доступа к различным устройствам РС;
- 3) отправить промежуточные результаты решения задачи через КС другому оператору, дождаться ответа и продолжать решать эту же задачу;
- 4) отправить окончательные результаты решения задачи через КС другому оператору, дождаться ответа и начать решать следующую задачу;
- 5) отправить через КС результаты решения задачи другим операторам, и не дожидаясь от них ответа начать решать следующую задачу;
- 6) оставить результаты решения задачи во внешней памяти своего ПК, которые доступны для других операторов КС, и приступить к решению следующей задачи.

Следовательно, процесс решения задачи сетевым специалистом является по сути дискретным и может быть формально описан с использованием обобщенного структурного метода – базового метода функционально-структурной теории [1–3]. Например, для четвертой процедуры модель алгоритма ее реализации представлена на рис. 3.

Ясно, что  $i$ -й оператор может получать сообщения от различных операторов, работающих в КС. При этом он может обрабатывать эти сообщения как последовательно, так и параллельно (рис. 4), решая соответствующие задачи. Получив  $N$  сообщений, оператор приступает к решению  $M$  задач обработки. Каждая из задач решается путем реализации  $L$  действий, включающих  $K$  операций.

Необходимо подчеркнуть, что в зависимости от квалификации сетевых специалистов реальные алгоритмы их деятельности при решении одной и той же задачи обработки сообщения будут различны. Операторы высокой квалификации могут работать на уровне реализации действий, то есть одновременно выполняя несколько операций, например,

считывания информации с видеомонитора, ее анализ и принятие решения о последующем действии. Операторы низкой квалификации реализуют детализированные алгоритмы на уровне отдельных операций, контролируя успешность выполнения каждой из них. Ясно, что поэтому быстродействие операторов высокой квалификации будет выше, чем у слабо подготовленных.

Оценка (количественная) алгоритма функционирования системы «оператор–КС» по показателям безошибочности (вероятности правильного выполнения алгоритма) и быстродействия (математическому ожиданию и дисперсии выполнения алгоритма) может производиться на основе обобщенного структурного метода (ОСМ), основные положения которого изложены в [1].

Однако ОСМ не дает возможности учесть интенсивность поступления задач в систему, ресурсные затраты, связанные с обеспечением решения задачи, доход от правильного и своевременного решения задачи (расчетной и управленческой) или ущерб от неправильного и/или несвоевременного решения задачи.

### **Литература**

1. Губинский А. И., Евграфов В. Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. – Л., 1977.
2. Губинский А. И. Надежность и качество эргатических систем. – Л., 1982.
3. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник / Под общ. ред. А. И. Губинского, В. Г. Евграфова. – М., 1993.



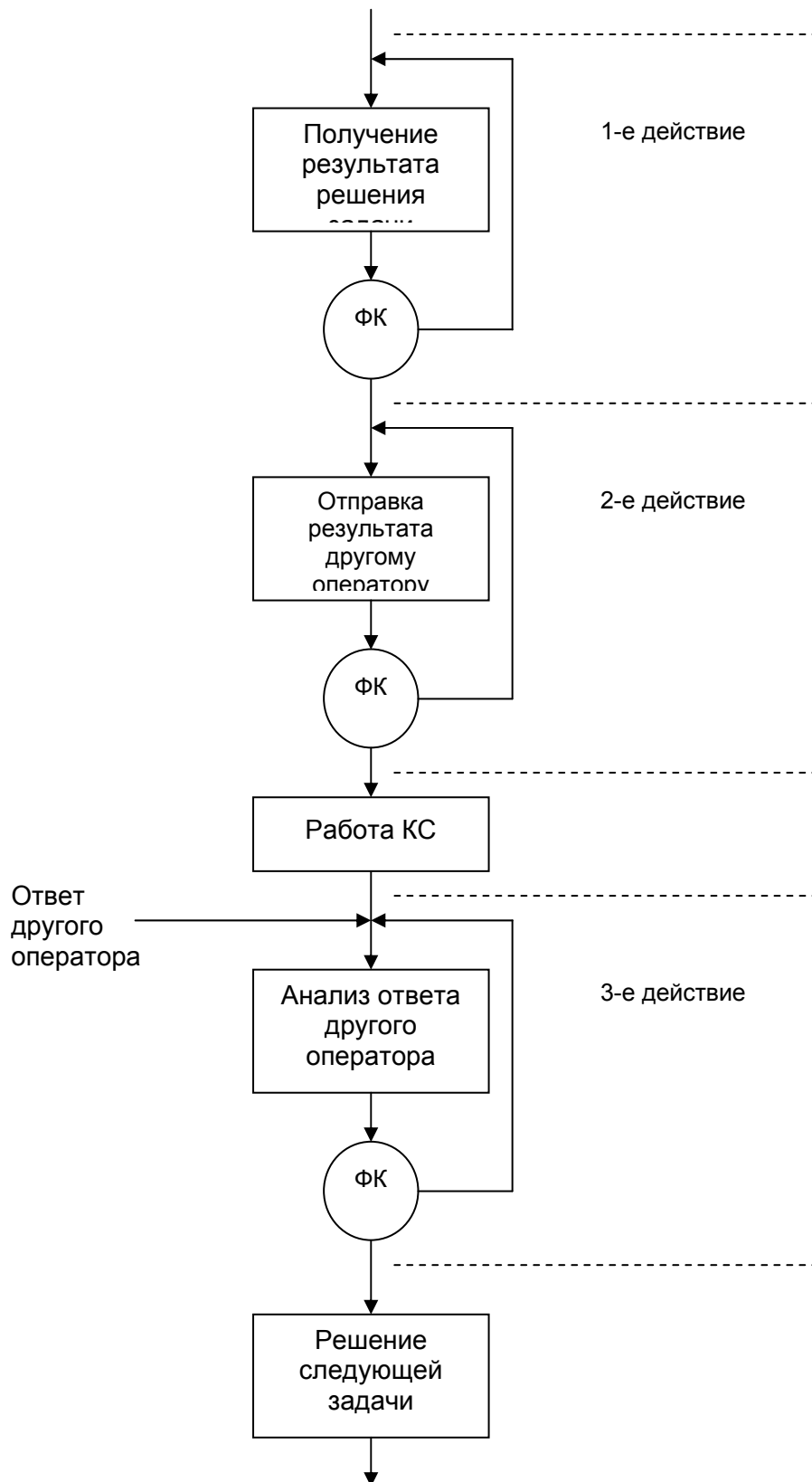


Рис. 3. Пример модели детализированного (на уровне операций) алгоритма деятельности оператора по четвертой процедуре

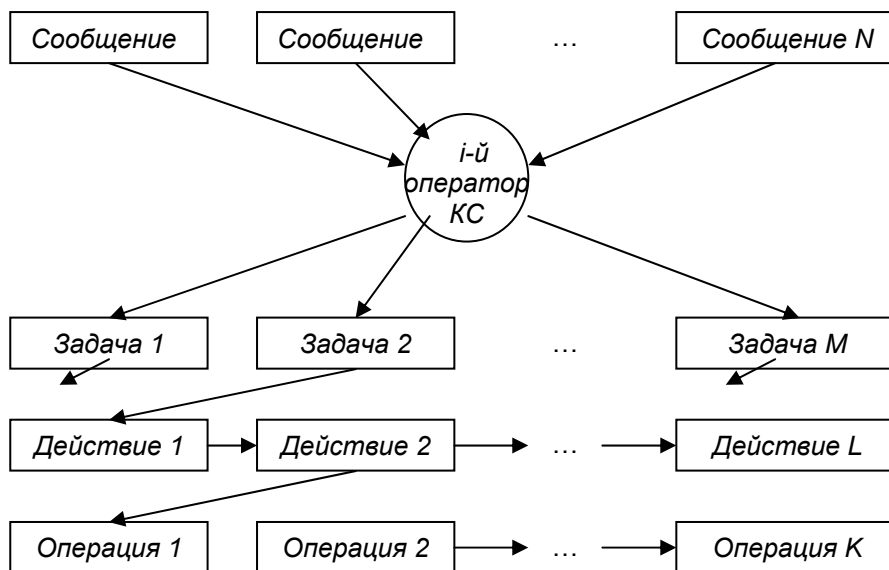


Рис. 4. Пример модели алгоритма деятельности оператора при обработке сообщений, полученных через КС