

# Многовариантный анализ информационно-телекоммуникационных систем

И. В. Хакназаров

Воронежский институт высоких технологий

Ikhaknazarov1234@yandex.com

А. П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий

app@vivt.ru

**Аннотация.** В статье предлагается подход по управлению модулями в информационно-телекоммуникационных системах. Показана схема многовариантного анализа систем для осуществления их структурной трансформации. Анализ ведется на основе комбинированного подхода.

**Ключевые слова:** управление; информационно-телекоммуникационная система; методика

## I. ВВЕДЕНИЕ

Работа многих информационно-телекоммуникационных систем определяется входящими в их состав модулями, их связями. Для формирования необходимой структуры систем требуется использование определенных ресурсов. Вследствие разных характеристик модулей необходимо учитывать возможности их классификации [1]. Для этого важно развить соответствующие подходы.

Целью данной работы является разработка предложений по структурной трансформации информационно-телекоммуникационных систем для повышения эффективности их работы.

## II. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Пусть в состав информационно-телекоммуникационной системы входят определенные модули  $O_i$ ,  $i = \overline{1, I}$ . Для того, чтобы они вошли определенным образом в систему, сформировали соответствующую структуру, необходимо использовать множество показателей  $y_{ij}(t)$  для управления, при этом  $j = \overline{1, J}$ . Наблюдение осуществляется в течение определенного времени  $t = \overline{1, T}$ .

С тем, чтобы информационно-телекоммуникационная система выполняла функции, необходимо модули упорядочить. Это реализуется на основе экспертного подхода.

При этом эксперты учитывают значения показателей  $y_{ij}(t)$ , которые описывают, насколько эффективно модули будут выполнять обозначенные задачи. Те из них, которые имеют максимальную эффективность, будут иметь минимальный номер, минимальную – максимальный.

Кроме того, модули объединяются в классы, также с ориентацией на эффективность [2]. Классов всего будет  $m = \overline{1, M}$ . Классы с наиболее эффективными модулями имеют номера  $m_1 = \overline{1, M_1} \in \overline{1, M}$ .

Мониторинговые мероприятия по модулям используются для того, чтобы реализовать процесс их упорядочения. При этом рассматриваются показатели

$y_{ij}(t)$ ,  $i = \overline{1, I}$ ,  $j = \overline{1, J}$ . Чтобы принять решение относительно того, что модуль будет отнесен к некоторому классу, можно использовать один из двух подходов:

1. Когда анализируется класс  $m_1$ , то по показателям обозначаются границы

$$y_{jm_1}^{rp}, j = \overline{1, J}, m_1 = \overline{1, M_1}$$

которые определяют для модулей

$$O_{im_1}, i_{m_1} = \overline{1, I_{m_1}}$$

соблюдение условий, которые будут справедливыми не менее, чем по  $J_{m_1}^{rp} < J$  показателям:

$$y_{im_1j}(t) \geq y_{jm_1}^{rp}, m_1 = \overline{1, M_1}.$$

2. Для модулей рассматривается интегральная оценка, которая показывает, насколько они будут эффективно работать

$$F_i(t) = F(y_{ij}(t)), i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}$$

кроме того, учитывается ограничение

$$F_{im}(t) \geq F_{m_1}^{rp}, m_1 = \overline{1, M_1}, i_{m_1} = \overline{1, I_{m_1}},$$

в котором  $F_{m_1}^{rp}$  – задает границу интегральной оценки, чтобы можно было ориентироваться по отнесению модуля  $O_i$  к  $m_1$ -му классу. Методики классификации модулей в дальнейшем могут быть дополнены процедурами упорядочения модулей внутри классов.

Чтобы реализовывать движение модулей, требуется использовать соответствующие ресурсы. Они связаны с значениями интегральных оценок и порядком следования модулей. Частный ресурс соотносят с отдельным показателем. При анализе  $n = \overline{1, N}$  показателей параллельным образом применяются управляющие воздействия

$$u_{in}(t) = V_{in}^u, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}, \sum_{n=1}^N u_{in}(t) = V_i^u(t).$$

Тогда ресурсы используются в ходе того, как распределены показатели  $y_{ij}$  с точки зрения реализации целей  $V_{in}^u$  и как распределены управляющие воздействия  $V_{in}^u$ . Необходимо совместным образом рассматривать структурные изменения в информационно-телекоммуникационной системе и достижение целевых показателей каждым из модулей [3].

В целом это связано с так называемой структурной трансформацией. Необходимо учитывать, что в классах

модулей с максимальной эффективностью границы  $y_{jm_1}^{rp}$  показателей будут увеличиваться или будет рост в  $F_{m_1}^{rp}$  – границе для интегрального показателя.

В ходе осуществления процессов мониторинга в течение времени  $t = \overline{1, T}$  на основе соответствующих механизмов можно сделать прогноз для анализируемых показателей для времени  $t_1 = \overline{T + 1, T_1} > T$

$$y_{ij}(t_1), i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, t_1 = \overline{T + 1, T_1}.$$

На основе этой информации можно прогнозировать движение модулей в информационно-телекоммуникационной системе в классы с более высокими показателями эффективности, давать оценку достижения целей модулями, нумерацию модулей внутри классов, проводить объединение классов между собой.

На следующем этапе можно осуществлять распределение ресурсов  $V^u$ .

### III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ В ХОДЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

То, насколько распределение ресурсных составляющих будет эффективным, связано со следующими характеристиками, влияющими на структурную трансформацию информационно-телекоммуникационных систем:

- ресурсами внутри модулей  $V_{im}^u$  и между модулями  $V_i^u$ ,
- способами осуществления структурной трансформации [4],
- видами управляющих воздействий,
- возможностями перемещения модулей между классами, а также их движения к классам с максимальной эффективностью,
- границами рассматриваемых показателей.

Для того, чтобы по характеристикам провести выбор их значений, необходимо привлечение оптимизационных механизмов. В таком случае рекомендуется использование булевых переменных:

$$x_l = \begin{cases} 1, \text{ при выборе } l - \text{го варианта} \\ \text{градации модулей} \\ 0, \text{ иначе, } l = \overline{1, L}, \end{cases}$$

$$x_m = \begin{cases} 1, & \text{при числе классов } m, \text{ которые} \\ & \text{соответствуют} \\ & \text{не самым эффективным модулям,} \\ 0, \text{ иначе, } m = \overline{M_1 + 1, M}, \end{cases}$$

$$x_{im, m_1} = \begin{cases} 1, \text{ в случае движения модуля } i_m \\ \text{от класса } m \text{ к классу } m_1, \\ 0, \text{ иначе,} \end{cases}$$

$$x_{i'i''} = \begin{cases} 1, \text{ при движении модуля } O_{im} \\ \text{внутри класса } m \\ \text{от положения } i' \text{ к положению } i'', \\ 0, \text{ иначе,} \\ i' = \overline{1, I_m}, i'' = \overline{1, I_m}, i'' \neq i', \end{cases}$$

$$x_j = \begin{cases} 1, \text{ когда в ходе параллельного управления} \\ \text{выбирают } j - \text{й показатель} \\ 0, \text{ иначе, } j = \overline{1, J}; \\ x_v = \begin{cases} 1, \text{ при выборе } v - \text{го} \\ \text{подхода для структурной трансформации,} \\ 0, \text{ иначе, } v = \overline{1, 3}; \end{cases} \end{cases}$$

Чтобы в информационно-телекоммуникационной системе учитывать различные виды изменений в ходе управления ресурсами, для общего случая булевы функции формируем следующим образом

$$x_w = \begin{cases} 1, \\ 0, \end{cases} w = \overline{1, W}.$$

Чтобы проводить сравнение между различными решениями, требуется комбинация вероятностного поиска и генетического алгоритма. Функции, которые связаны с заданием границ, обозначим как  $f_s(x_w), s = \overline{1, S}$ , а которые связаны с максимальными или минимальными значениями обозначим как  $\psi(x_w)$ . В таком случае с использованием булевых переменных приходим к оптимизационным задачам

$$\begin{aligned} \Psi(x_w) &\rightarrow \max(\min), \\ f_s(x_w) &\leq b_s, s = \overline{1, S} \\ x_w &= \begin{cases} 1, \\ 0, \end{cases} w = \overline{1, W}, \end{aligned}$$

здесь  $b_s$  – соответствует определенной границе.

Далее можно перейти к эквивалентной задаче оптимизации

$$\max_{x_w} \min_{y_s \geq 0} \varphi(x_w, y_s) = \Psi(x_w) + \sum_{s=1}^S y_s (b_s - f_s(x_w)).$$

Для их оценки используется функция принадлежности  $\mu$ . Чтобы показать рост величины применяется

$$\mu = \begin{cases} 1, \text{ если } \hat{y}_j \ll c, \\ \frac{1}{1 + [a(\hat{y}_j - c)]^B}, \text{ если } \hat{y}_j > c, \end{cases}$$

чтобы показать уменьшение величины, используется

$$\mu = \begin{cases} 0, \text{ если } \hat{y}_j \ll c, \\ 1 - \frac{1}{1 + [a(\hat{y}_j - c)]^B}, \text{ если } \hat{y}_j > c. \end{cases}$$

Поиск параметров  $a, b, c$  осуществляется экспериментальным образом.

На рис. 1 показана схема, в рамках которой происходит управление характеристиками модулей в информационно-телекоммуникационной системе с учетом многовариантного анализа.

### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для улучшения работы информационно-телекоммуникационных систем необходимо осуществлять формирование модулей, входящих в их состав на основе оптимизационного подхода. Для выбора параметров структурной трансформации требуется опираться на комбинацию методов, связанных с экспертным оцениванием, генетическими алгоритмами, вероятностными подходами.

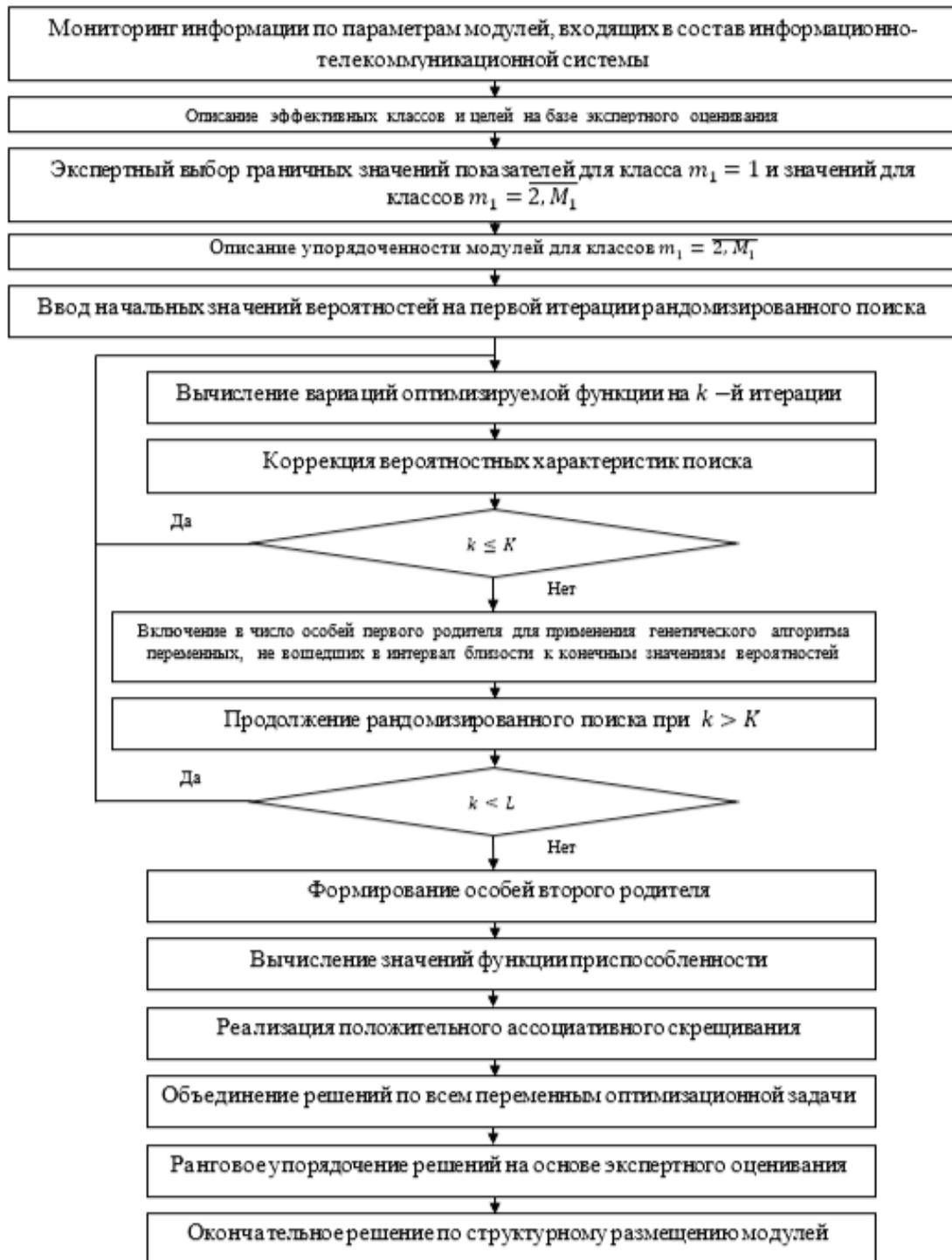


Рис. 1. Схема управления модулями в информационно-телекоммуникационной системе с учетом многовариантного анализа

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87-90.
- [2] Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Ружицкий Е. Анализ некоторых направлений повышения пропускной способности ip-сетей связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 42-45.
- [3] Преображенский Ю.П., Мясников О.А. Анализ перспектив информационных технологий в сфере интернет вещей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 1 (32). С. 43-45.
- [4] Ермолова В.В., Львович Я.Е., Преображенский Ю.П. Оптимизация человеко-машинной среды управления организацией с применением киберфизической системы // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11. № 3 (42). С. 6-7.